

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко»

Обучающийся

К.В. Еремин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.Ю. Усатова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко»».

Работа посвящена разработке конструкции лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308. Лебедка позволяет без помощи посторонней техники или людских ресурсов вытащить грузовой автомобиль из труднопроходимых мест или снежных заносов. Это важное оборудование способствует повышению проходимости транспортного средства в сложных дорожных условиях и обеспечивает дополнительную защиту от аварий и затруднений на дороге.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 86 страниц с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График.

В первом разделе рассмотрена модификация тяговой автомобильной лебедки для автомобиля ГАЗ-3308.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчёт автомобиля.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты лебедки.

В четвертом разделе выбран, обоснован и составлен технологический процесс сборки.

В пятом разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта, разработаны меры и мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности объекта дипломного проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по дипломному проекту.

Abstract

The title of the graduation work is: «The development of a pulling winch for the «GAZ-3308» truck».

The graduation work consists of: an introduction, six general parts, a conclusion, a list of references, appendices and a graphic part on 10 A1 sheets.

The key issue of the graduation project is the development of a pulling winch for the «GAZ-3308» truck».

The pulling winch allows you to pull a truck out of difficult places or snow drifts without the help of outside equipment or human resources. This important equipment helps improve the vehicle's maneuverability in difficult road conditions and provides additional protection against accidents and difficulties on the road.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: the technical and economic analysis of pulling winch designs; the traction-dynamic calculation of the car; the design calculations of the pulling winch; the determination of the organizational form of assembly of the pulling winch, its technological process and labor intensity; the analysis of the safety and environmental friendliness of the project; the calculation of the economic efficiency of the project.

The worm gear of the pulling winch has been reduced from the center distance of 122,5 mm to 100 mm, and the shape of the modification curve of the producing worm has been changed from parabolic to simplify the cutting technology to straight. At the same time, it became possible to reduce the metal consumption of the worm (saving 2 kg of rolled steel) and reducing the consumption of scarce non-ferrous metal on the worm wheel (saving 1 kg of bronze). Replacing the cast iron winch housing from cast iron to aluminum will lead to a reduction in weight, both of the unit itself and of the entire vehicle

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Состояние вопроса | 8 |
| 2 Тягово-динамический расчет автомобиля | 19 |
| 3 Конструкторская часть | 27 |
| 3.1 Расчёт лебедки..... | 27 |
| 3.2 Расчет червячной передачи редуктора на нагрев | 33 |
| 3.3 Расчет троса на запас прочности | 35 |
| 3.4 Карданная передача привода лебедки | 37 |
| 4 Технологический раздел..... | 40 |
| 4.1 Обоснование выбора технологического процесса..... | 40 |
| 4.2 Разработка технологического процесса сборки..... | 45 |
| 5 Производственная и экологическая безопасность проекта | 51 |
| 5.1 Описание технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 | 52 |
| 5.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 53 |
| 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 55 |
| 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 60 |
| 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса..... | 64 |
| 6 Экономическая эффективность проекта..... | 67 |
| Заключение | 75 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 76 |
| Приложение А. Спецификация..... | 83 |

Введение

Автомобильная промышленность – одна из ключевых отраслей экономики, играющая важную роль в развитии машиностроения. С каждым годом автомобильная промышленность стремительно развивается, внедряя новые технологии и улучшая качество производимых автомобилей.

Развитие автомобильной промышленности напрямую связано с развитием машиностроения. Производство автомобилей требует использования современного оборудования и технологий, что способствует развитию отрасли. Кроме того, автомобильная промышленность является одним из крупнейших потребителей металлургической и химической продукции, что также способствует развитию машиностроения.

Сегодня автомобильная промышленность стоит перед вызовами быстро меняющегося рынка и строгих экологических требований. Для успешного развития отрасли необходимо постоянное внедрение инноваций и современных технологий. Компании, занимающиеся производством автомобилей, должны постоянно совершенствовать свои процессы и улучшать качество выпускаемой продукции.

Важным аспектом развития автомобильной промышленности является также сотрудничество с другими отраслями экономики.

Одним из таких примеров является российская автомобилестроительная компания «Группа ГАЗ», которая представляет собой холдинг, консолидированный вокруг ПАО «ГАЗ» и объединяющий ряд промышленных предприятий машиностроительного сектора.

ГАЗ также активно развивает производство газовых, электрических и гибридных автомобилей, а также усиливает свое присутствие на зарубежных рынках. Компания постоянно работает над совершенствованием технологий и улучшением качества своей продукции, чтобы удовлетворить потребности самых взыскательных клиентов.

ГАЗ является не только производителем автомобилей, но и важным игроком на рынке транспортных услуг. Компания предлагает широкий спектр услуг по сервису, обслуживанию и ремонту автомобилей, обучению водителей и механиков, а также различные финансовые и страховые продукты для своих клиентов.

В целом, ГАЗ является ключевым игроком на автомобильном рынке России, предлагая качественные и надежные автомобили, соответствующие самым современным требованиям и стандартам.

Проходимость автомобиля – один из ключевых показателей его эффективности и универсальности. Ведь от того, насколько хорошо машина справляется с различными дорожными условиями, зависит ее способность доставить водителя к месту назначения без проблем. Для повышения проходимости автомобиля можно использовать различные методы и технические устройства, одним из которых является лебедка.

Лебедка – это специальное устройство, предназначенное для подъема и перемещения тяжелых грузов или автомобилей. Она может быть установлена на передней или задней части автомобиля и работает за счет электрического или механического привода. Использование лебедки позволяет повысить проходимость автомобиля, так как она помогает преодолевать препятствия на дороге.

«Если раньше лебедки устанавливались, прежде всего, на армейские автомобили, то в последнее время лебедка стала одним из основных атрибутов и других полноприводных автомобилей повышенной проходимости. Основными у автомобилей являются механические лебедки, являющиеся наиболее надежными. Несомненным плюсом механических лебёдок является то, что скоростью намотки троса и силой натяжения можно управлять (прямая зависимость от оборотов двигателя)» [13].

Лебедка для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко» может быть разработана с учетом следующих основных характеристик:

- грузоподъемность: лебедка должна быть способна поднимать и перемещать грузы весом до нескольких тонн, в зависимости от потребностей пользователя;
- скорость и мощность: лебедка должна обеспечивать достаточную скорость подъема груза и иметь достаточную мощность для работы с тяжелыми грузами;
- надежность и долговечность: лебедка должна быть изготовлена из прочных материалов и иметь надежную конструкцию, чтобы обеспечить долгий срок службы без сбоев;
- удобство использования: лебедка должна быть легкой в управлении и иметь удобные функции управления, чтобы обеспечить комфортное использование для оператора;
- безопасность: лебедка должна быть оборудована соответствующими системами безопасности, чтобы предотвратить возможные аварийные ситуации или травмы при работе с грузами.

При разработке лебедки для ГАЗ-3308 «Садко» важно учитывать специфику автомобиля и потребности его пользователей, чтобы обеспечить оптимальное функционирование и удовлетворение потребностей в работе с грузами.

Таким образом, установка лебедки на автомобиль – это один из способов повышения проходимости транспортного средства. Современные разработки в этой области делают использование лебедки более эффективным и удобным.

1 Состояние вопроса

Тяговые лебедки для автомобилей предназначены для тяги или подъема тяжелых грузов или автомобилей. Они обычно устанавливаются на передней или задней части автомобиля и могут быть использованы для самостоятельного передвижения автомобиля, и при оказании помощи другим автомобилистам в сложных ситуациях.

«Лебедки часто используются на внедорожниках, грузовиках, пикапах и других транспортных средствах, которые могут столкнуться с трудными дорожными условиями или задачами подъема грузов.

Тяговые лебедки работают на электричестве или гидравлике и обычно имеют высокую грузоподъемность и надежность.

К числу основных параметров регламентируемых ОСТом относятся: предельное тяговое усилие на тросе, длина троса, удельная масса агрегата, тип лебедки – червячный, вид передачи – глобоидная модифицированная с первоначальной локализацией пятна контакта в зацеплении» [28].

«Вместе с тем, лебедки автомобилей КраЗ оснащаются морально устаревшим червячным цилиндрическим зацеплением; УРАЛ и КамАЗ – глобоидными передачами непрогрессивного классического зацепления с завалами витков червяка; ЗИЛ перешел на модифицированное, но только в части винтовой линии витка червяка, оставив классическим червячное колесо, что по современным представлениям также нельзя признать удовлетворительным. Специальное исследование, проведенное на ГАЗе позволило рекомендовать и внедрить в производство новый вид глобоидного зацепления, разработанный в стране и запатентованный СССР в передовых зарубежных странах. Преимущества этого зацепления применительно к редуктору лебедки, дали возможность Горьковскому автозаводу получить значительный технико-экономический эффект: включая повышение КПД, снижение износа и сокращение нагрева, ограничивающего продолжительность непрерывной работы лебедки. Заметим, что

отработанные при испытаниях на ГАЗе параметры зацепления включены в общетехнический ГОСТ 17696 и регламентируются ОСТом для глобоидных редукторов лебедок» [3].

«К числу других стандартизируемых параметров отнесены: минимальная суммарная протяженность подтягивания, его время, ресурс лебедки, требования к укладке троса, запасу его прочности, смазочному маслу, предохранительному устройству, присоединительным размерам, конструктивной унификации и ряд других» [33].

Проведем анализ автомобильных тяговых лебедок отечественного производства.

«До введения отраслевого стандарта автомобильные тяговые лебедки имели различные характеристики и качество» [24].

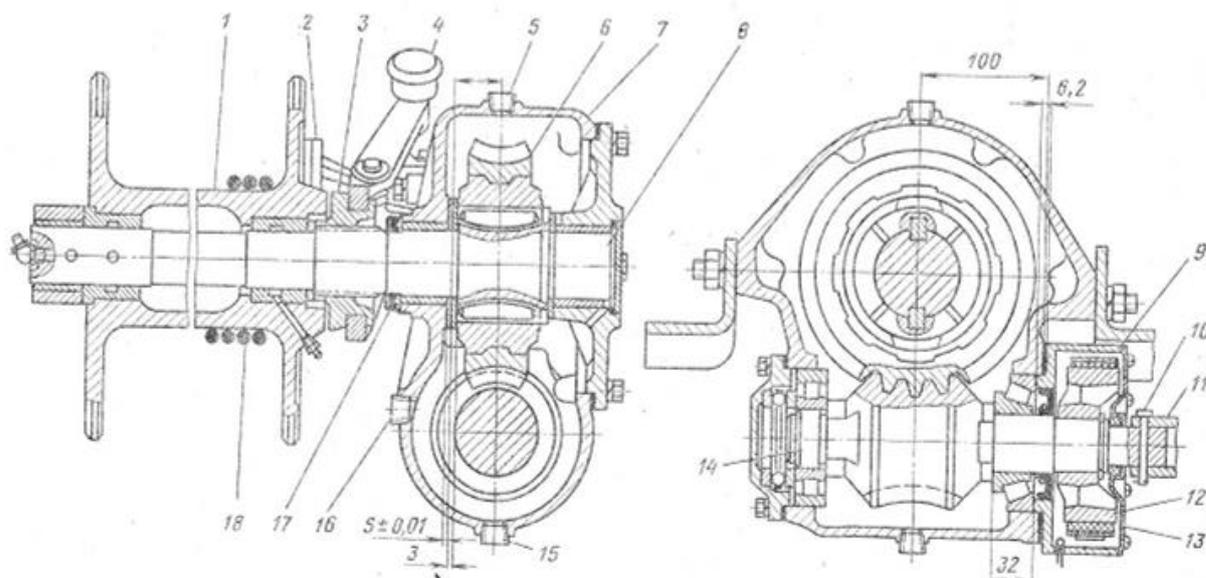
Некоторые из них могли быть недостаточно надежными и не отвечать требованиям безопасности. Однако некоторые модели тяговых лебедок отечественного производства до введения стандарта могли быть достаточно надежными и функциональными. Они могли использоваться для различных целей, таких как вытаскивание автомобилей из затрудненных ситуаций, установка на автомобили для увеличения проходимости и т.д.

Важно помнить, что при выборе автомобильной тяговой лебедки необходимо обращать внимание на ее характеристики, мощность, надежность и безопасность. Также стоит учитывать рекомендации производителя и отзывы пользователей. После введения отраслевого стандарта качество и надежность автомобильных тяговых лебедок отечественного производства, скорее всего, улучшилось, так как стандарты обеспечивают определенные требования к продукции и контроль их соблюдения.

Предлагается рассмотреть лебедку автомобиля ГАЗ-66-02 (рисунок 1).

«На автомобиле смонтирована на двух угольниках в передней части рамы и состоит из барабана с муфтой включения и червячного редуктора (передаточное число 24), заключенного в картер, с автоматическим

тормозом. Привод лебедки осуществляется двумя карданными валами от коробки отбора мощности.



- 1 – барабан; 2 – тормоз-замедлитель; 3 – муфта; 4 – рукоятка вилки выключения барабана;
 5 – пробка наливного отверстия; 6 – шестерня; 7 – картер; 8 – вал лебедки;
 9 – картер тормоза; 10 – предохранительный палец; 11 – вилка карданного шарнира;
 12 – автоматический тормоз; 13 – крышка картера тормоза; 14 – червяк;
 15 – пробка сливного отверстия; 16 – пробка контрольного отверстия; 17 – сальник;
 18 – трос

Рисунок 1 – Лебедка автомобиля ГАЗ-66-02

Рабочая длина троса 48 м, диаметр 13 мм. Максимальное тяговое усилие на тросе ограничивается предохранительным пальцем, установленном на переднем карданном валу привода лебедки. Предохранительный штифт срезается при усилии на тросе 4500 кгс. Удельная тяговая сила – 0,48 кгс/кг. Время подтягивания на рабочую длину троса – 2,5 мин. Количество циклов непрерывного подтягивания до допускаемой температуры 120°...130°С при предельной тяговой силе на крюке лебедки – 3. Удельная масса лебедки – 19,2 г/кгс» [3].

«На автомобиле ЗИЛ-131 приводная лебедка (рисунок 2) смонтирована на специальных кронштейнах на передней части рамы. Барабан лебедки приводится в действие с помощью червячной передачи, включающей червяк

и червячное колесо, которые установлены в картере на подшипниках (передаточное число 31). Вращение к червяку передается от коробки отбора мощности через карданную передачу. Рабочая длина троса 65 м. Максимальное тяговое усилие на тросе, равное 5000 кгс, ограничивается предохранительным штифтом» [11].

Технические данные сведем в таблицу 1.

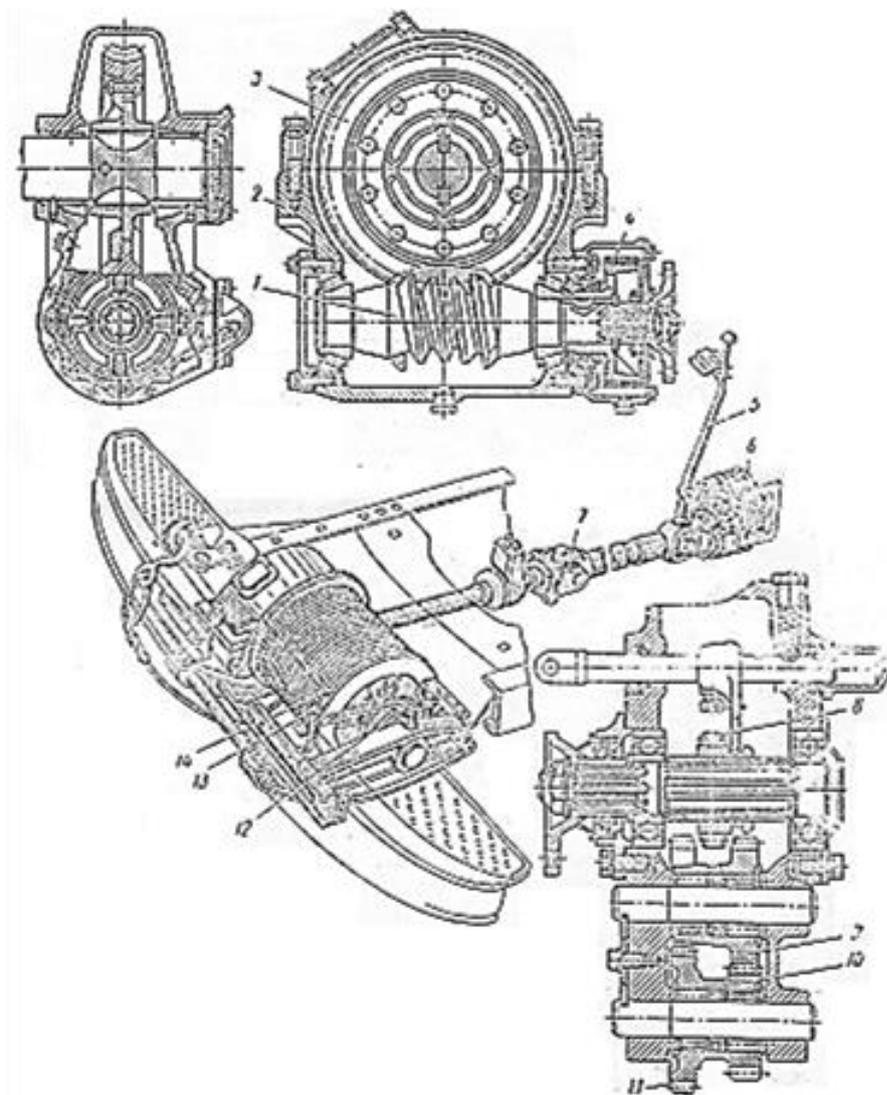


Рисунок 2 – Лебедка автомобиля ЗИЛ-131

Приводная лебедка на автомобиле Урал-375Д (рисунок 3).

«Приводная лебедка установлена на специальной поперечине и двух кронштейнах, укрепленных в задней части рамы автомобиля. Лебедка

оборудована механизмом, обеспечивающим равномерную намотку троса на барабан (тросоукладчиком) и автоматическим тормозом» [4].

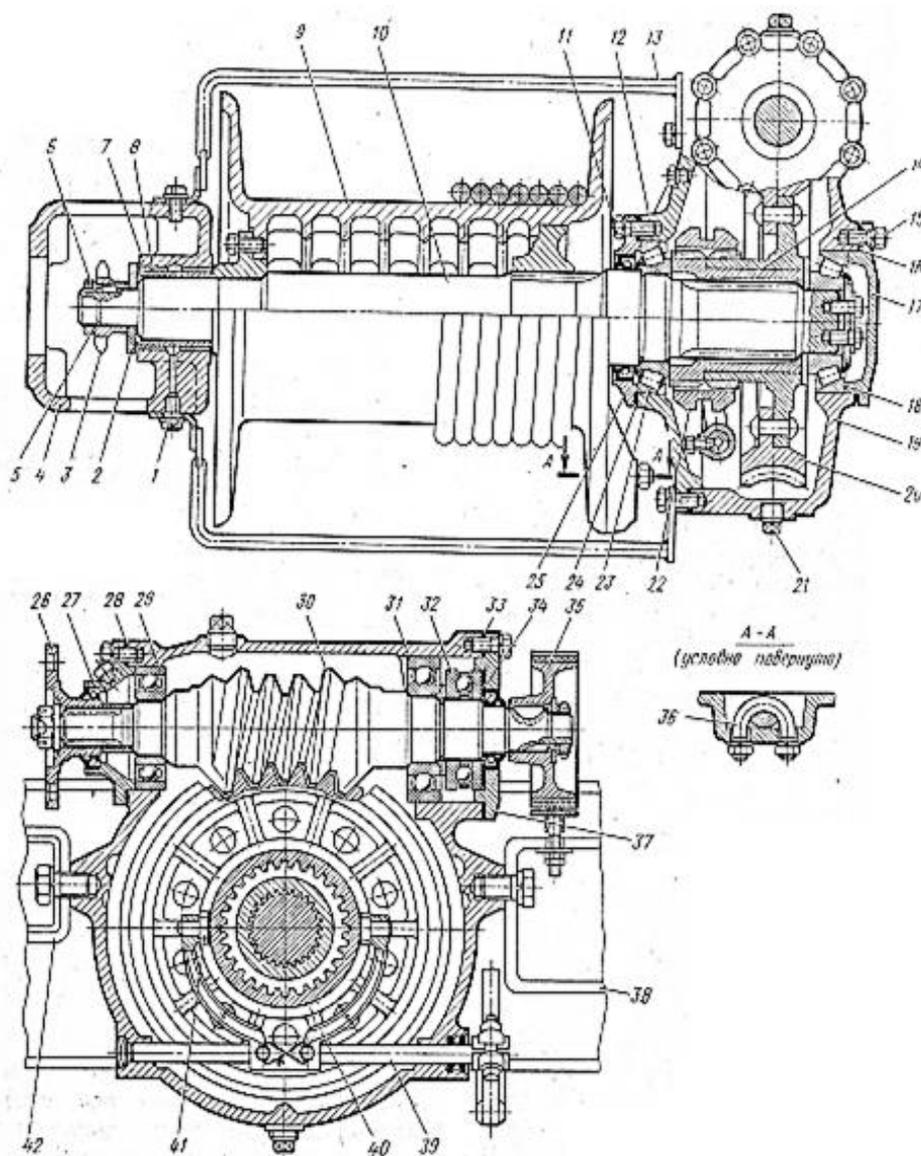


Рисунок 3 – Лебедка автомобиля Урал-375Д

«Рабочая длина троса 65 м, диаметр 17,5 мм. Максимальное тяговое усилие на тросе ограничивается предохранительным штифтом, установленном на переднем карданном валу привода лебедки. Предохранительный штифт срезается при усилии на тросе 7000...9000 кгс. Привод лебедки осуществляется от раздаточной коробки через дополнительную коробку отбора мощности и три карданных вала. Передаточное число редуктора лебедки 31» [4].

Технические данные сведем в таблицу 1.

«На автомобиле КрАЗ-255Б лебедка установлена на верхних полках лонжеронов рамы автомобиля за кабиной. Трос может выдаваться назад и вперед с помощью тросовыдающих устройств. Лебедка используется для самовытаскивания автомобиля при преодолении труднопроходимых участков пути, вытаскивания других застрявших автомобилей и для облегчения погрузки тяжелых грузов на прицеп. Лебедка с тяговым усилием 12000 кгс и тросом диаметром 22 мм рабочей длиной 55 м располагается под грузовой платформой. Привод лебедки осуществляется карданным валом от коробки отбора мощности. Передаточное число редуктора лебедки 30» [9].

Лебедка, установленная на автомобиль КамАЗ-4310 (рисунок 4).

«Лебедка установлена на двух поперечинах и двух кронштейнах в задней части рамы автомобиля. Привод лебедки осуществляется тремя карданными валами от вала коробки отбора мощности раздаточной коробки» [14].

Технические данные сведем в таблицу 1.

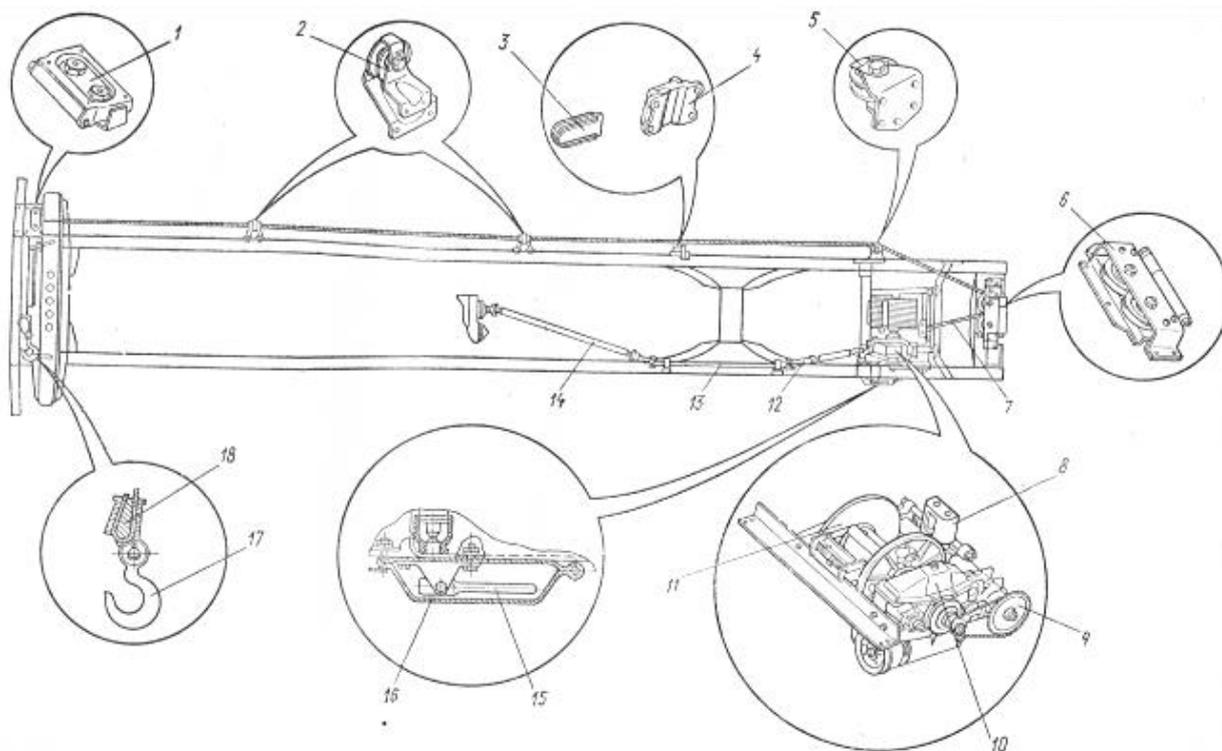


Рисунок 4 – Лебедка автомобиля КамАЗ-4310

«Таблица 1 – Технические показатели лебедок

| Наименование | Модель автомобиля и его колесная формула | | | | | | |
|--|--|--|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|------------|
| | ГАЗ-66-02 4×4 | ЗИЛ-131 6×6 | УРАЛ-375Д 6×6 | КРАЗ-255Б 6×6 | КАМАЗ-4310 6×6 | Регламентировано ОСТ | |
| Предельная сила тяги на крюке лебедки R _{пр} , кгс | 4500 | 5000 | 7000 | 12000 | 5000 | - | |
| Полный вес автомобиля G, кг | 5970 | 10425 | 13200 | 19675 | 13625 | - | |
| Удельная тяговая сила | 0,75 | 0,48 | 0,53 | 0,61 | 0,367 | 0,6 для 4×4 0,5 для 6×6 | |
| Длина троса, м | Полная | 50 | 72 | 70,5 | 65 | 85 | - |
| | Рабочая | 48 | 65 | 65 | 55 | 78 | 60;65;70 |
| Коэффициент запаса прочности троса | 1,96 | 2,0 | нет данных | 2,59 | 2,42 | не менее 2 | |
| Отношение диаметра барабана к диаметру троса | 7,85 | 10 | 11,42 | 6,8 | 9,28 | не менее 8 | |
| Время подтягивания, мин | | 2,5 | 7,1 | 8,25 | 4,0 | 4,8 | - |
| | | 2,5 | 5,45 | 6,35 | 3,64 | 4,2 | не более 5 |
| Количество циклов непрерывных подтягиваний до допускаемой температуры нагрева масла 120°...130°С | 3 | 1 | 3 | 1,5...2 | нет данных | не менее 100 м | |
| Тип зацепления редуктора лебедки | Глобоидное модифицированное с первоначальной локализацией контакта | Глобоидное с модифицированным червяком | Глобоидное классическое с завалами | Червячное цилиндрическое | Глобоидное классическое с завалами | Глобоидное модифицированное по ГОСТ 17696-72 | |
| Передаточное отношение редуктора | 24:1 | 31:1 | 31:1 | 30:1 | 31:1 | - | |
| Межосевое расстояние передачи, мм | 122,5 | 150 | 180 | 195 | 150 | - | |
| Масса лебедки, кг | 120 | 180 | 360 | 412 | 420 | -» [29] | |

«После принятия ОСТ 37.001.090-79 на смену автомобилей ГАЗ-66-02, ЗИЛ-131, УРАЛ-375Д, КРАЗ-255Б, КАМАЗ-4310 пришли автомобили ГАЗ-3308, ЗИЛ-131Н, УРАЛ-4320, КРАЗ-5131, КАМАЗ-4320 соответственно, большинство узлов в которых были вновь разработанными, а некоторые достались от предшественников. При этом на всех автомобилях конструкция лебедки не была изменена, и, к сожалению, не унифицирована типовым рядом. Поэтому остается возможность унификации механических тяговых лебедок для всех отечественных заводов автомобилей повышенной проходимости» [8].

Из приведенной таблицы, видно, что конструкции лебедок имеют: завышенную металлоемкость, излишний запас прочности деталей.

«При сравнении металлоемкости редукторов лебедок с показателями ГАЗа на лебедке автомобиля ЗИЛ можно было бы сэкономить 29 кг, на лебедке автомобиля УРАЛ – 25,2 кг, на лебедке автомобиля КРАЗ – 43,2 кг, а на лебедке автомобиля КАМАЗ – 19 кг. При этом редуктор ГАЗ имеет лучший показатель непрерывной работы, например, у автомобиля ЗИЛ в 2 раза меньше, а у автомобиля КРАЗ – в 1,5 раза. Кроме этого завышенные по отношению к стандарту технические возможности лебедок автомобилей ГАЗ позволяют уменьшить размерность ее основных элементов глобоидной передачи, что, и сделано в работе (межосевое расстояние уменьшено со 122,5 мм до 100 мм). Нереализуемые технические возможности лебедок других автомобилей имеют еще большие резервы» [2].

Прототипом проектируемого автомобиля является ГАЗ-3308.

«Автомобиль ГАЗ-3308 является новой моделью грузового автомобиля повышенной проходимости, пришедший на смену ГАЗ-66, хорошо зарекомендовавшего себя у российских транспортников, работающих в условиях бездорожья. Автомобиль обладает отличными динамическими характеристиками и высокой проходимостью.

Тяговые автомобильные лебедки служат для самовытаскивания автомобиля при преодолении труднопроходимых участков пути и оказания

помощи другим машинам. Специфика работы этих узлов определяет низкий потребный ресурс их работы, измеряемый количеством подтягиваний на полную длину троса. К примеру, работоспособность червячной лебедки с цилиндрическим зацеплением для автомобиля ГАЗ-63А не превышала обычно 80 подтягиваний (4-5 часов суммарного времени использования) и лимитировалась полным износом бронзового колеса редуктора, но за многие годы у завода не было ни одного замечания от потребителей о недостаточном сроке службы лебедки.

Учитывая масштабы автомобильного производства, экономически не оправдано закладывать в эти узлы большую металлоемкость. Поскольку последняя, в первую очередь, зависит от межцентрового расстояния передачи (во всех выпускаемых отечественных автомобильных лебедках применяется червячное зацепление), то оно выбирается значительно меньшим, чем определяется расчетами на несущую способность зацепления и термическую мощность редукторов общего машиностроения» [17].

«Получаемые малые габариты указанных агрегатов заставляют с большой осторожностью относиться к перегрузкам, которые неизбежно возникают в процессе эксплуатации лебедок. Поэтому их редукторы снабжаются предохранительным устройством (для большинства лебедок – стальной срезаемый палец, размещенный в карданном приводе узла), отсоединяющим лебедку от двигателя при превышении расчетной нагрузки. Кроме того, недостаточная термическая мощность редукторов лебедок приводит к быстрому нагреву смазочного масла до критической вязкости. Отмеченный недостаток конструкции узла требует при пользовании лебедкой длительных перерывов для охлаждения редуктора. Принято считать, что это компенсируется полученной экономией металла и снижением веса автомобиля. Вместе с тем, задача снижения нагрева редуктора остается одной из основных. При этом вступает в силу еще одно противоречие специфики рассматриваемого узла. Оказывается, что высокий КПД передачи (главный фактор, влияющий на потери мощности, идущей на

нагрев) здесь также недопустим по соображениям значительной в таком случае самообратимости червячной пары» [5].

«Дело в том, что при подтягивании автомобиля лебедкой (или вытягивании груза) из-под уклона, низкая степень самоторможения передачи, в случае срабатывания предохранительного устройства позволит машине (или грузу, что еще опаснее) перемещаться назад со всеми вытекающими отсюда последствиями. Малогабаритный автоматический тормоз редуктора, которым снабжаются все лебедки, способен лишь в определенных пределах замедлить это движение. Вместе с тем принятое значение КПД редуктора лебедки должно отличаться большой стабильностью, так как его увеличение приводит к срабатыванию предохранительного устройства узла при больших тяговых усилиях на тросе лебедки и вызывает перегрузку деталей, а снижение КПД дает обратный эффект и не позволяет лебедке развивать требуемые усилия» [8].

«В лебедке автомобиля ГАЗ-66-02 использовано классическое глобоидное зацепление, главным недостатком которого было нестабильное значение КПД. При разборке и осмотре работавших глобоидных передач контакт часто уходил в головку или ножку витка червяка и в большинстве случаев носил выраженный характер только на первой, входной, его половине. Контакт на зубе колеса проявлялся в виде узкой полосы износа, располагавшейся в середине. Изготовление завалов на концах витка червяка описанной картины не меняло» [6].

«Поэтому завод перешел на глобоидную модифицированную передачу, отличающейся сочетанием следующих признаков:

- непрерывной кривой модификации червяка в соответствии с ГОСТ 9369-66;
- локализация пятна контакта по длине витка в двух вариантах и по высоте профиля 60 мкм;
- спиральным фланкированием на выходном крае витка червяка» [6].

Ввиду того, что червячные передачи автомобильных лебедок нагружаются только одной стороной витка червяка, вторая его сторона была оставлена классической.

«В теории червячных передач отмечено, что при переходе с червячного цилиндрического на глобоидное зацепление в червячных редукторах можно уменьшить передачу. В лебедке ГАЗ-66-02 по сравнению с лебедкой ГАЗ-63А этого сделано не было. Поэтому ресурс лебедки автомобиля ГАЗ-66-02, как и у автомобиля ГАЗ-63А, остается завышенным и, очевидно, она имеет излишнюю металлоемкость» [22].

«В работе эта передача уменьшена с межосевого расстояния 122,5 мм до 100 мм, а форма кривой модификации производящего червяка с параболической изменена для упрощения технологии нарезания на прямолинейную. При этом появилась возможность уменьшить металлоемкость червяка (экономия 2 кг стального проката) и сократить расход дефицитного цветного металла на червячное колесо (экономия 1 кг бронзы). Замена чугунного картера лебедки с чугунного на алюминиевый приведет к снижению массы, как самого узла, так и всего автомобиля» [11].

Выводы по разделу.

Лебедки грузовых автомобилей имеют различные конструктивные особенности, включая тип привода, мощность, скорость и грузоподъемность. Эти параметры влияют на эффективность работы лебедки.

Существует разнообразие моделей лебедок от механических до более сложных гидравлических и электрических. Каждый тип лебедки имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе.

Важным аспектом является также надежность и долговечность лебедок. От них зависит безопасность и эффективность работы.

Для оптимального выбора лебедки необходимо учитывать особенности работы автомобиля, типы перевозимых грузов, а также условия эксплуатации.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

Тягово-динамический расчет – это методология расчета параметров движения транспортного средства, учитывающая влияние тяговых усилий, сил сопротивления и других динамических факторов на его движение.

Этот расчет проводится для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства. Тягово-динамический расчет проводится как для разработки новых моделей транспортных средств, так и для оптимизации работы уже существующих. Он позволяет учесть все факторы, влияющие на движение транспортного средства, и провести анализ его эффективности и производительности.

«Исходные данные для расчета:

- тип автомобиля грузовой;
- тип двигателя дизельный 4-х тактный;
- тип трансмиссии ступенчатая, механическая;
- максимальная скорость движения, км/ч 90;
- максимальный коэффициент сопротивления дороги 0,7;
- передаточные числа (таблица 2):

Таблица 2 – Передаточные числа трансмиссии

| | | |
|---------------------|---|-------------|
| Коробка передач | 1 | 6,555 |
| | 2 | 3,933 |
| | 3 | 2,376 |
| | 4 | 1,442 |
| | 5 | 1,0 |
| Раздаточной коробки | | 1,0 и 1,982 |
| Главной передачи | | 4,555 |

Из существующих двигателей для данного автомобиля предлагается рассмотреть следующие (таблица 3):

Таблица 3 – Модели двигателей и их характеристики

| Модель двигателя | Мощность, кВт | Крутящий момент, Н·м |
|------------------|---------------------|----------------------|
| Д-245.7 | 90 при 2400 об/мин | 430 при 1400 об/мин |
| Д-245.9 | 100 при 2400 об/мин | 460 при 1500 об/мин |
| ГАЗ-562 | 91 при 2400 об/мин | 422 при 1500 об/мин |

Проведем расчет для двигателя Д-245.7» [1].

«Текущая угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя:

$$\omega_1 = 0,1 \cdot \omega_{Pe_{\max}}, \quad (1)$$

$$\omega_2 = 0,2 \cdot \omega_{Pe_{\max}},$$

$$\omega_{12} = 1,2 \cdot \omega_{Pe_{\max}}.$$

Пересчет угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя в скорость автомобиля:

$$Va = \frac{\omega_e \cdot r_k}{U_{Ki} \cdot U_0 \cdot U_\delta}, \quad (2)$$

где U_{Ki} – передаточное число i – ой ступени КПП;

U_0 – передаточное число главной передачи;

U_δ – передаточное число дополнительной передачи;

r_k – радиус качения колеса» [10].

«Сила сопротивления качению.

$$F_f = G_a \cdot (f_0 + 7 \cdot 10^{-6} \cdot Va),, \quad (3)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения (<15м/с)» [10].

«Сила сопротивления воздуха:

$$F_B = 0,5 \cdot \rho_e \cdot C_x \cdot A_e \cdot V_a^2. \quad (4)$$

Сила сопротивления движению:

$$F_{сопр} = \frac{F_f + F_g}{\eta_T \cdot k_c}, \quad (5)$$

где k_c – коэффициент подкапотных потерь, в расчетах принимаем равным 0,9» [10].

«Сила тяги на колесах:

$$F_K = \frac{T_e \cdot \eta_T \cdot U_{K1} \cdot U_0}{r_d}. \quad (6)$$

Динамический фактор:

$$D = \frac{F_K - F_B}{G_a}. \quad (7)$$

Ускорение при разгоне:

$$a = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta} \quad (8)$$

где δ – коэффициент учета вращающихся масс, определяется по формуле:

$$\delta = 1 + \sigma_1 \cdot U_{кпп}^2 + \sigma_2 \quad (9)$$

где σ_1 – коэффициент, характеризующий инерционные массы вращающихся частей двигателя (в расчетах приближенно $\sigma_1 = 0,05$);
 σ_2 – коэффициент, характеризующий инерционные массы колес.
 Принимаем равным 0,03» [10].

«Мощность на колесах, сопротивления воздуха и качению представлены в формулах (10, 11, 12):

$$P_k = P_e \cdot \eta_T \cdot k_c, \quad (10)$$

$$P_B = F_B \cdot V_a, \quad (11)$$

$$P_f = F_f \cdot V_a.» [10]. \quad (12)$$

Определение времени разгона автомобиля.

«Время разгона автомобиля на каждой передаче определим по формуле:

$$t_p = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{a_x} dv, \quad (13)$$

где v_1 – скорость в начале разгона;

v_2 – скорость в конце разгона;

a_x – ускорение автомобиля» [10].

«Интеграл удобно вычислить численным методом. Для этого разобьем время разгона на каждой передаче на 5 интервалов.

Обозначим: j – номер передачи, i – номер интервала, V_i – скорость в конце i – го интервала, V_{i-1} – скорость в начале i – го интервала, a_{xi-1} – ускорение в начале i – го интервала, a_{xi} – ускорение в конце i – го интервала» [10].

«Изменение времени и скорости на i – ом интервале определяется по формулам (14, 15, 16):

$$\Delta t_{pi} = \frac{\Delta V_i}{a_{x_{pi}}}, \quad (14)$$

$$\Delta V_i = V_i - V_{i-1}. \gg [10]. \quad (15)$$

«Среднее ускорение на интервале:

$$a_{x_{\text{ср}i}} = \frac{a_{xi} + a_{xi-1}}{2} \gg [10]. \quad (16)$$

«Тогда время разгона вычислим по следующей формуле:

$$t_p = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \Delta t_{pi} + \sum_1^{n-1} t_{\Pi i}, \quad (17)$$

где n – количество передач;

m – количество интервалов разбиения времени» [10].

«При переключении передачи так же происходит уменьшение скорости автомобиля на величину, которая определяется по формуле:

$$\Delta V_n = a_{\text{зам}} \cdot t_n, \quad (18)$$

где $a_{\text{зам}}$ – ускорение автомобиля при переключении передачи;

t_n – время переключения передачи» [10].

«Ускорение автомобиля при переключении можно определить по формуле:

$$a_{\text{зам}} = \frac{m_a \cdot g \cdot f + W \cdot V_a^2 + F_{\text{тр}}}{m_a \cdot \delta} \quad (19)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения в трансмиссии (в расчетах принимают =0) » [10].

«Путь разгона автомобиля на каждой передаче можно определить с помощью интеграла:

$$S_p = \int_{t_1}^{t_2} V \cdot dt, \quad (20)$$

где t_1 – время в начале разгона;

t_2 – время в конце разгона;

V – скорость движения автомобиля» [10].

«Интеграл удобно вычислить численным методом. Для этого разобьем путь разгона на каждой передаче на 5 интервалов.

Обозначим: j – номер передачи, i – номер интервала, V_i – скорость в конце i – го интервала, V_{i-1} – скорость в начале i – го интервала, S_{i-1} – путь в начале i – го интервала, S_i – путь в конце i – го интервала.

$$\Delta S_{pi} = V_{cpi} \cdot \Delta t_i \quad (21)$$

где Δt_i – изменение времени на i –ом интервале, определяется по следующей формуле (22):

V_{cpi} – средняя арифметическая скорость автомобиля на i – ом интервале определяется по формуле 23» [10].

$$\Delta t_i = t_i - t_{i-1} \quad (22)$$

$$V_{cpi} = \frac{V_{i-1} + V_i}{2} \quad (23)$$

«Также необходимо учесть путь, пройденный автомобилем в момент переключения передачи, S_{Ij} . Тогда путь разгона автомобиля можно будет определить по формуле:

$$S_p = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \Delta S_{pi} + \sum_1^{n-1} S_{Ij}, \quad (24)$$

где $S_{Пj} = V_{срj} \cdot t_{Пj}$ – путь пройденный автомобилем в момент переключения передачи» [10].

«Средняя арифметическая скорость автомобиля в момент переключения передачи:

$$V_{срj} = \frac{V_i + (V_i - \Delta V_{Пj})}{2} \gg [10]. \quad (25)$$

«Одним из показателей топливной экономичности автомобиля является контрольный расход топлива, то есть расход, замеренный при заданных, установившихся скоростях движения автомобиля, полностью нагруженного на высшей передаче по прямой горизонтальной дороге, с твердым гладким покрытием, при отсутствии ветра. Контрольный расход топлива определяется в следующем порядке: задается частота вращения коленчатого вала двигателя и определяется соответствующая ей скорость движения автомобиля по формуле:

$$V_a = \frac{w_e \cdot r_d}{U_{Tp}} \gg [30]. \quad (26)$$

Определяется мощность двигателя как $P_e = f(w_e)$

Определяются коэффициенты I и E по следующим формулам:

$$I = \frac{P_{\psi} + P_B}{P_e \cdot \eta_T}, \quad (27)$$

где I – коэффициент, определяющий степень использования мощности двигателя,

E – коэффициент степени использования угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя» [10].

«Определяются коэффициенты K_E , K_H по формулам:

$$K_E = 1,25 - 0,99E + 0,98E^2 - 0,24E^3 \gg [10]. \quad (28)$$

«Для двигателей формула определения коэффициента K_H имеет вид:

$$K_H = 3,27 - 8,22H + 9,13H^2 - 3,18H^3 \gg [10]. \quad (29)$$

«Удельный эффективный расход топлива определяется по формуле:

$$g_e = 1,075 \cdot K_E \cdot K_H \cdot g_{e\min} \gg [10]. \quad (30)$$

«Определяется Q_s по формуле:

$$Q_s = \frac{g_e \cdot K_E \cdot K_H \cdot (P_\psi + P_B)}{36 \cdot \rho_T \cdot \eta_T \cdot V_a} \gg [12]. \quad (31)$$

Выводы по разделу.

Рассмотрение раздела тягово-динамического расчета двигателя Д-245.7 позволяет оценить его характеристики и возможности в различных режимах работы. В результате анализа можно сделать вывод о том, что данный двигатель обладает достаточной мощностью и крутящим моментом для эффективной работы в различных условиях. Также можно выявить особенности его работы при различных скоростях и нагрузках, что позволяет оптимизировать процессы работы двигателя. В целом, рассмотрение данного раздела позволяет оценить эффективность и надежность двигателя Д-245.7 в различных условиях эксплуатации.

3 Конструкторская часть

Конструкторская разработка – это процесс создания нового продукта или устройства, начиная с идеи и заканчивая готовым прототипом. В этот процесс включены проектирование, тестирование, моделирование, анализ, выбор материалов и компонентов, а также создание документации и спецификаций.

Конструкторская разработка может быть применена в различных отраслях, таких как машиностроение, электроника, медицина, авиация и другие. Она требует тщательного планирования, согласования требований с заказчиком, постановки задач и контроля за выполнением работ.

Важными этапами конструкторской разработки являются: исследование и анализ рынка, определение потребностей пользователей, создание концепции продукта, проектирование, создание прототипа, тестирование и внесение корректировок. Конструкторская разработка является ключевым этапом в процессе создания новых продуктов и играет важную роль в инновационном развитии компаний.

3.1 Расчёт лебедки

«Расчет геометрии глобоидной передачи редуктора произведен в соответствии с ГОСТ 17696-72» [16].

Глобоидная передача – это механизм передачи движения, который состоит из глобоидного колеса и конической шестерни. Глобоидное колесо имеет форму, напоминающую шар, и обеспечивает передачу движения от вращающегося вала к конической шестерне.

«Исходные данные для расчета (приняты по ГОСТ 9369-66 [18]):

- межосевое расстояние $a=100$ мм;
- передаточное число $u=25$.

Результаты расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Основные геометрические параметры передачи

| Наименование параметра | Обозначение | Численные значения |
|--|--------------|--------------------|
| 1 Число заходов червяка | z_1 | 1 |
| 2 Число зубьев колеса | z_2 | 25 |
| 3 Коэффициент диаметра червяка | q | 8 |
| 4 Диаметр расчетной окружности, мм | | |
| – червяка | d_1 | 48,48 |
| – колеса | d_2 | 151,52 |
| 5 Ширина венца колеса, мм | b | 38 |
| 6 Модуль, мм | m | 6,06 |
| 7 Расчетный обхват | k_C | 3,5 |
| 8 Теоретический обхват | k_T | 4,0 |
| 9 Диаметр профильной окружности, мм | | |
| 10 Рабочая высота зуба колеса, мм | D_p | 73 |
| 11 Радиальный зазор, мм | h | 9,6 |
| 12 Радиус впадин червяка, мм (в средней плоскости колеса, мм) | c | 1 |
| 13 Диаметр вершин, мм | Rf_1 | 80,6 |
| - витков червяка | | |
| - зубьев колеса | da_1 | 60 |
| 14 Радиус вершин витков червяка, мм (в средней плоскости колеса) | da_2 | 159,2 |
| 15 Диаметр впадин, мм | Ra_1 | 70 |
| – червяка | | |
| – колеса | df_1 | 38,8 |
| 16 Длина нарезанной части червяка, мм | df_2 | 138 |
| 17 Угол подъема витка | l | 66 |
| 18 Направление витка | γ | 7°07' |
| 19 Толщина по хорде, мм | - | левое |
| – витка червяка | | |
| – зуба колеса | \bar{s}_1 | 9,367 |
| | \bar{s}_2 | 9,44 |
| 20 Высота до хорды, мм | | |
| – витка колеса | $\bar{h}a_1$ | 5,51 |
| – зуба колеса | $\bar{h}a_2$ | 3,99 |

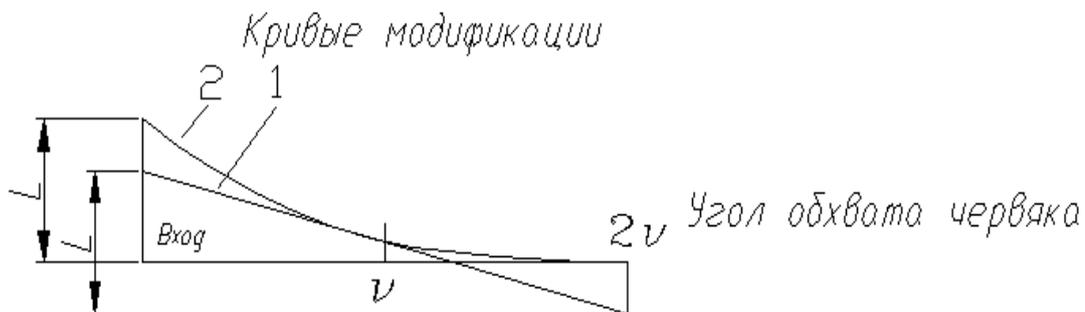
Глубина модификации на входе витка червяка принята $\Delta=0,18$ мм» [2].

«Локализация контакта в зацеплении осуществлена в двух направлениях: продольном и поперечном.

Продольная локализация получена путем выполнения завала витка производящего червяка (фрезы) $L=0,18$ мм. При этом для обеспечения гарантированной несопряженности на выходе червяка из зацепления, а также с целью упрощения изготовления режущего инструмента для обработки

зубьев колеса форма модификации боковой поверхности витка фрезы с учетом [18] принята прямолинейной» [26].

«На рисунке 5 представлена боковая поверхность витка фрезы.



1 – кривая модификации производящего червяка; 2 – кривая модификации рабочего червяка

Рисунок 5 – Форма модификации боковой поверхности витка фрезы

Поперечная локализация контакта предусмотрена выполнением бочкообразного зуба колеса глобоидной передачи завалом профиля 0,05 мм (рисунок 6).

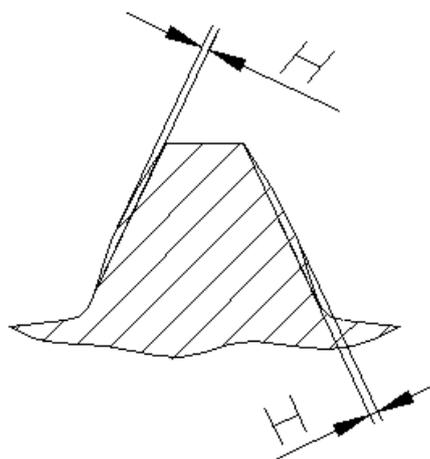


Рисунок 6 – Поперечная локализация контакта

Расчет глобоидной передачи редуктора на прочность произведен по методике [19], учитывающей при расчете несущей способности зацепления потребный ресурс работы глобоидной передачи» [14].

«Максимальный крутящий момент на колесе глобоидной передачи:

$$M_{кр}^{max} = \frac{P_{np} \cdot D_{бар}^{max}}{2}, \quad (32)$$

где P_{np} – предельное тяговое усилие на последнем ряду намотки троса на барабан лебедки; $P_{np} = 3000$ кгс

$D_{бар}^{max}$ – максимальный диаметр намотки троса на барабан,

$D_{бар}^{max} = 219$ мм.» [13].

«Рабочая скорость вращения вала колеса:

$$n_2 = \frac{n_{дв}^{max}}{U_{намот} \cdot U}, \quad (33)$$

где $n_{дв}^{max}$ – максимальное число оборотов двигателя, $n_{дв}^{max} = 2400$ об/мин;

$U_{намот}$ – передаточное число привода лебедки от двигателя,

Принимаем равной 2,786;

U – передаточное число глобоидной передачи, $U = 25$ » [13].

$$n_2 = \frac{2400}{2,786 \cdot 25} = 34,46 \text{ об/мин.}$$

«Расчет несущей способности по износу.

Допустимый момент на валу колеса $[M_2]'$ при изготовлении глобоидной передачи по восьмой степени точности ГОСТ 16502-70 [21] определяется из выражения:

$$[M_2]' = \frac{0,75 \cdot [M_2]}{k_{наг}} \cdot \sqrt[4]{\frac{W'_{из}}{5 \cdot 10^{-10} \cdot a}}, \quad (34)$$

где $[M_2]$ – допустимый момент на валу колеса при нормальной скорости изнашивания $W_{uz} \leq 5 \cdot 10^{-10} \cdot a$;

a – межосевое расстояние,

W'_{uz} – требуемая скорость изнашивания зубьев колес до допустимого износа (Δ) при рабочих оборотах колеса (n_2) за заданный срок службы (T);

$k_{наг}$ – коэффициент нагрузки; $k_{наг} = 0,7$;

T – 10 часов (из расчета 200-250 подтягиваний на суммарную длину 10000...12500 м)» [18].

$$W'_{uz} = \frac{\Delta}{T \cdot 60 \cdot n_2}, \quad (35)$$

$$W'_{uz} = \frac{2}{10 \cdot 60 \cdot 34,46} = 0,0001 \text{ мм/об.}$$

Таким образом, рабочий крутящий момент глобоидной передачи 328,5 кг является допустимым.

«Расчет зубьев колеса на излом производится по формуле:

$$\tau_{cp} = \frac{4 \cdot M_{кр}^{max}}{d_2 \cdot z' \cdot F_{cp} \cdot \cos \gamma} \leq [\tau_{cp}], \quad (36)$$

где z' – число зубьев, одновременно находящихся в зацеплении, принимаем равным 2,5

F_{cp} – площадь среза» [18].

«Площадь среза зуба определяется по формуле:

$$F_{cp} \approx 1,57bm + \frac{2bh_2''}{\cos \gamma} \cdot \text{tg} \left(\arcsin \frac{D_p}{d_2} - \frac{180}{z_2} \right), \quad (37)$$

где b – ширина венца червячного колеса, $b=3,8$ см;

m – модуль, $m=0,6$ см;

h_2'' – высота ножки зуба колеса, $h_2'' = 0,576$ см» [18].

$$F_{cp} \approx 1,57 \cdot 3,8 \cdot 0,6 + \frac{2 \cdot 3,8 \cdot 0,576}{\cos 7^\circ} \cdot \operatorname{tg}\left(\arcsin \frac{219}{151,52} - \frac{180}{25}\right) = 5,326 \text{ см}^2.$$

«Напряжение среза равна $656,36$ кгс/см².

Для высокооловянистой бронзы (материал венца колеса) предел прочности на растяжение $\sigma_e^{\min} = 3000$ кгс/см².

Следовательно, $[\tau_{cp}] \approx 1500$ кгс/см², а $[\tau_{cp}] \geq \tau_{cp}$, что свидетельствует о достаточной прочности зуба» [4].

«Прогиб червяка приближенно округляется по формуле:

$$f = \frac{L_0^3 \cdot \sqrt{P_Q^2 + P_T^2}}{48 \cdot E_1 \cdot J_{np}}, \quad (38)$$

где L_0 – расстояние между опорами; $L_0=17,1$ см;

P_Q – окружная сила на червяке; $P_Q = 1084$ кгс;

P_T – распорная сила на червяке; $P_T = 921,6$ кгс;

E_1 – модуль упругости материала червяка (сталь), $2,15 \cdot 10^6$ кгс/см²;

J_{np} – приведенный момент инерции, учитывающий жесткость червяка.

$$J_{np} = J \cdot \varphi, \quad (39)$$

где J – момент инерции червяка, рассчитанный по диаметру впадин ;

φ – коэффициент, учитывающий жесткость витков, $\varphi=1,34$ » [18].

$$J = \frac{3,14 \cdot 38,8^4}{64} = 11,12 \text{ см}^4.$$

Окончательно имеем $f = 0,046$ мм.

Таким образом, прогиб червяка не выходит за рамки его допускаемых значений.

3.2 Расчет червячной передачи редуктора на нагрев

«Для тяжело нагруженных передач, работающих с длительными остановками, допустимое время непрерывной работы в часах до достижения предельной допустимой температуры масла определяется по формуле:

$$T = \frac{m \cdot C_P + G_M \cdot C_M \cdot (t_1 - t_2)}{Q - K_T \cdot F_K \cdot (1 + \phi) \cdot t_{cp.изб.}}, \quad (40)$$

где m – масса редуктора без барабана лебедки;

C_P – теплоемкость материала картера;

G_M – масса масла в ванне;

C_M – теплоемкость масла (согласно МТ-16П ГОСТ 6360-58 теплоемкость масла составляет 0,4 ккал/кг·град.);

$t_{cp.изб.}$ – средняя избыточная температура масла; $t_{cp.изб.} = 0,5(t_1 - t_2)$ град;

t_1 – предельно допустимая температура масла; $t_1 = 130^\circ\text{C}$;

t_2 – температура окружающего воздуха; $t_2 = 0^\circ\text{C}$;

F_K – поверхность охлаждения редуктора;

K_T – коэффициент теплопередачи при естественном охлаждении, составляет 12 ккал/м²·час·град.;

ϕ – коэффициент, учитывающий отвод тепла от корпуса, принимаем равным 0,1;

Q – количество тепла, выделяющееся в течении 1 часа при непрерывной работе лебедки.

$$Q = 860 \cdot (1 - \eta) \cdot N_{\text{вц}}, \quad (41)$$

где $N_{\text{вц}}$ – мощность, передаваемая червяком;

$$N_{\text{вц}} = \frac{M \cdot n}{716,2}, \quad (42)$$

где M – крутящий момент на червяке, кгс · м;

n – число оборотов червяка, об/мин;

η – КПД лебедки; принимаем $\eta=0,5$

$$G_M = \rho \cdot V, \quad (43)$$

где ρ – плотность масла; $\rho = 0,895 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$,

V – объем масляной ванны» [18].

«Ввиду заведомо завышенного уровня нагрева передачи (в силу специфики работы лебедки ее межосевое расстояние принимается в несколько раз меньшим, чем это рекомендуется для той же нагрузки передач общего машиностроения), расчет производим сравнительно с лебедкой автомобиля ГАЗ 66-02» [11].

Параметры для расчета сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Параметры расчета

| Параметры | Лебедка ГАЗ 66-02 | Лебедка ГАЗ 33081 |
|--|-------------------|--------------------|
| «Масса редуктора без барабана лебедки, кг | 46 | 33 |
| Теплоемкость материала картера | 0,13 для чугуна | 0,223 для алюминия |
| Объем масляной ванны, л | 0,8 | 1,0 |
| Масса масла в ванне, кг | 0,716 | 0,895 |
| Поверхность охлаждения редуктора, м ² | 0,3 | 0,2 |
| Крутящий момент на червяке, кгс · м | 27,4 | 26,28 |
| Число оборотов червяка, об/мин | 935 | 610 |
| Мощность, передаваемая червяком, кВт | 26,3 | 22,4 |
| Количество тепла, выделяющееся в течении 1 часа при непрерывной работе лебедки, ккал/час | 11300 | 9632 |
| Время, час | 0,0039 | 0,0056» [6] |

Таким образом, тепловой режим работы спроектированной лебедки на 43% лучше, чем у лебедки автомобиля ГАЗ 66-02.

«Расчет шлиц муфты барабана на смятие и на срез:

Напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{M_{\max} \cdot i_1 \cdot 4 \cdot 2}{(D + d_0) \cdot (D - d_0) \cdot l \cdot n} \gg [18], \quad (44)$$

$$\sigma_{см} = \frac{328,5 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 1000}{(50 + 44,5) \cdot (50 - 44,5) \cdot 50 \cdot 10} = 10,11 \frac{\text{КГС}}{\text{ММ}^2} \leq [\sigma]_{см} = 3000 \dots 4000 \frac{\text{КГС}}{\text{СМ}^2}$$

«Напряжение среза определяется по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot M_{\max}}{(D + d) \cdot n \cdot b \cdot l} \gg [18], \quad (45)$$

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot 328,5 \cdot 1000}{(50 + 44,5) \cdot 10 \cdot 8 \cdot 50} = 3,48 \frac{\text{КГС}}{\text{ММ}^2} \leq [\tau] = 900 \dots 1600 \frac{\text{КГС}}{\text{СМ}^2} [2]$$

3.3 Расчет троса на запас прочности

Определение диаметра предохранительного пальца лебедки

«Напряжение двойного среза, площадь среза, а также усилие среза определяется по формулам:

$$\tau = \frac{2 \cdot F}{S_{ср}}. \quad (46)$$

$$S_{ср} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (47)$$

$$F = \frac{M}{r}, \quad (48)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 4 \cdot M}{r \cdot \pi \cdot D^2} \leq [\tau], \quad (49)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{r \cdot \pi \cdot [\tau]}}, \quad (50)$$

где D – диаметр предохранительного пальца;

M – крутящий момент на червяке, 39,42 кгс·м» [31].

«По данным ПАО «ГАЗ» для стали 20 по ГОСТ 1050 для твердости НВ=75...90 $[\tau] = 24...59 \text{ кг/мм}^2$ » [30].

Принимаем минимальное значение $[\tau] = 24 \text{ кг/мм}^2$

$$D = \sqrt{\frac{8 \cdot 394200}{15 \cdot 3,14 \cdot 2400}} = 5,53 \text{ мм.}$$

«Расчет подшипника скольжения.

Удельное давление и окружная скорость определяются:

$$q = \frac{P}{D \cdot l}, \quad (51)$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{6000}, \quad (52)$$

где P – усилие на тросе» [6].

$$q = \frac{4500}{45 \cdot 43} = 233 \text{ кг/см}^2.$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 34,46}{6000} = 0,81 \text{ м/с.}$$

«На переднем конце червяка сохранена система опор, состоящая из упорного и роликового цилиндрического подшипников, на другом конце конический роликоподшипник, грузоподъемностью 4500 кгс заменен на более дешевый шариковый радиальный, грузоподъемностью 3780 кгс, так как осевое усилие компенсируется передней опорой» [11].

3.4 Карданная передача привода лебедки

«Карданная передача привода лебедки – это механизм, который используется для передачи крутящего момента от двигателя к лебедке» [20].

Она состоит из двух карданных валов, соединенных шарниром, и обеспечивает передачу вращения с минимальными потерями и угловым смещением. Карданный привод обычно используется в случаях, когда лебедка расположена на значительном расстоянии от двигателя или когда необходимо преодолевать препятствия, такие как углы или изгибы. Он обеспечивает надежную и эффективную передачу крутящего момента, что делает его популярным выбором для многих видов лебедок.

Карданный привод состоит из двух карданных валов, соединенных универсальным шарниром. Один конец первого вала соединен с двигателем, а другой конец второго вала - с лебедкой. При вращении первого вала карданный механизм передает крутящий момент на второй вал, который в свою очередь передает его на лебедку.

Карданные валы обеспечивают гибкость и устойчивость передачи крутящего момента, позволяя лебедке работать эффективно и надежно. Такой механизм передачи привода широко используется в различных областях, где требуется передача крутящего момента на большие расстояния.

«Расчет критического числа оборотов карданного вала производим по формуле:

$$n_{кр} = 1,025 \cdot 10^7 \cdot \frac{D}{L^2} \gg [6], \quad (53)$$

$$n_{кр} = 1,025 \cdot 10^7 \cdot \frac{3,0}{66,2^2} = 7017 \text{ об/мин},$$

$$n_{кр} = 1,025 \cdot 10^7 \cdot \frac{3,0}{32,0^2} = 30030 \text{ об/мин}.$$

«Определим максимальную частоту вращения карданного вала:

$$n_{\max} = \frac{n_{\max}^e}{U_{\text{намот}}} \gg [6], \quad (54)$$

$$n_{\max} = \frac{2400}{2,786} = 861,5 \text{ об/мин.}$$

То есть $n_{\max} > n_{кр}$ для обоих валов.

«Расчет основных деталей карданной передачи на прочность.

$$\tau = \frac{M_{\max} \cdot 16}{\pi \cdot D^3} \gg [6], \quad (55)$$

$$\tau = \frac{26,28 \cdot 1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 30^3} = 4,96 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}.$$

$$49,6 \text{ МПа} \leq [\tau] \approx 100 \dots 200 \text{ МПа} [5]$$

«Расчет шлиц проводится на срез и на смятие.

Напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{M_{\max} \cdot i_1 \cdot 4 \cdot 2}{(D + d_0) \cdot (D - d_0) \cdot l \cdot n} \gg [14], \quad (56)$$

$$\sigma_{см} = \frac{26,28 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 1000}{(30 + 25,5) \cdot (30 - 25,5) \cdot 71 \cdot 10} = 1,19 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 11,9 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{см} = 10 \dots 15 \text{ МПа} [5]$$

«Напряжение среза:

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot M_{\max}}{(D + d) \cdot n \cdot \psi \cdot b \cdot l} \gg [14], \quad (57)$$

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot 26,28 \cdot 1000}{(30 + 25,5) \cdot 10 \cdot 3,5 \cdot 71} = 0,76 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 7,6 \text{ МПа} \leq [\tau] = 15 \dots 30 \text{ МПа} [13]$$

«Расчет крестовины.

Сосредоточенная нормальная сила, действующая в середине шипа:

$$F = \frac{M_{\max} \cdot 1000}{2R \cdot \cos \gamma} \gg [14], \quad (58)$$

$$F = \frac{26,28 \cdot 1000}{80 \cdot \cos 18^\circ} = 345,4 \text{ кгс.}$$

«Напряжение изгиба:

$$\sigma_u = \frac{F \cdot h \cdot 32}{\pi \cdot d^3} \gg [14], \quad (59)$$

$$\sigma_u = \frac{345,4 \cdot 12,7 \cdot 32}{3,14 \cdot 16,3^3} = 10,32 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 103,2 \text{ МПа} \leq [\sigma]_u = 200 \dots 300 \text{ МПа} [13]$$

«Напряжение среза:

$$\tau_{cp} = \frac{F \cdot 4}{\pi \cdot d^2} \gg [14], \quad (60)$$

$$\tau_{cp} = \frac{345,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 16,3^2} = 1,66 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 16,6 \text{ МПа} \leq [\tau]_{cp} = 100 \dots 150 \text{ МПа} [15]$$

Спецификация на тяговую лебёдку для грузового автомобиля ГАЗ-3308 представлена в Приложении А (рисунки А.1-А.4).

Выводы по разделу. В разделе «Конструкторская часть» выполнены следующие конструкторские расчеты лебедки: червячной передачи редуктора на нагрев, троса на запас прочности, карданной передачи привода лебедки. Из рассмотрения раздела по конструкторским расчетам лебедки автомобиля можно сделать вывод, что для правильного функционирования и безопасной работы лебедки необходимо провести тщательные расчеты всех ее основных параметров, таких как грузоподъемность, скорость подъема, мощность двигателя и другие. Корректные расчеты позволят избежать перегрузок и поломок, а также обеспечат эффективную работу устройства. Важно учитывать все факторы, влияющие на работу лебедки, и проводить расчеты с учетом всех возможных нагрузок и условий эксплуатации.

4 Технологический раздел

В процессе сборки автомобилей и тракторов происходит объединение деталей в определенной последовательности для создания узлов, механизмов или готового транспортного средства в соответствии с установленными техническими требованиями. Этот процесс может осуществляться как на заводе, где производятся детали, так и на специализированном сборочном предприятии. В настоящее время в автотракторостроении преобладает первый способ организации производства.

Сборочные работы требуют больше затрат труда по сравнению с литейными, сварочными и другими видами работ. Однако механизация процесса сборки может существенно снизить трудоемкость и является важным резервом для улучшения производства. В автотракторостроении часто используется массовое и крупносерийное производство, что способствует механизации и автоматизации сборочных процессов.

Несмотря на то, что трудоемкость в других цехах снижается быстрее, чем в сборочных, значение сборочных работ остается значительным, порядка 25% от общей трудоемкости.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

При выборе технологического процесса сборки необходимо учитывать следующие факторы:

- требования к качеству продукции: необходимо выбрать технологию, которая обеспечит высокое качество сборки изделий и минимизирует возможность дефектов;
- сроки производства: выбор технологии должен обеспечить выполнение заказов в заданные сроки и обеспечить эффективность процесса сборки;

- себестоимость производства: необходимо выбрать технологию, которая позволит снизить затраты на производство и повысить прибыльность предприятия;
- объем производства: технология должна быть масштабируемой и способной обеспечить производство большого количества изделий;
- технические возможности оборудования: необходимо учитывать наличие необходимого оборудования и его технические характеристики при выборе технологии сборки.

Исходя из вышеперечисленных факторов, выбор технологического процесса сборки должен быть обоснован и основан на комплексном анализе всех аспектов производства.

Таким образом, при выборе технологического процесса необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы, чтобы обеспечить оптимальное производство продукции.

Кроме того, размеры изделия также оказывают влияние на выбор технологического процесса. Производство крупных изделий может потребовать применения кранов и другой тяжелой техники, в то время как для мелких изделий могут применяться автоматизированные линии сборки.

«В случае с разработкой лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308, вероятно, спрос будет невелик, поэтому рационально организовать сборку по принципу мелкосерийного производства. При этом используется стационарная непоточная сборка с разделением процесса на узловую и общую сборку. Работы выполняются бригадами рабочих, специализирующихся в соответствующих областях сборки» [22].

«Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (61)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 80 шт» [23].

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{80} = 1552,5 \text{ ч.}$$

После этапа разработки создаем план технологического процесса сборки, который включает в себя графическое изображение последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта.

«План описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием. Важные компоненты этого плана включают получение материалов, подготовительные операции (например, разметка, нарезка, обработка), сборку изделия из деталей, окончательную обработку (включая шлифовку, полировку, окраску), контроль качества (проверку соответствия требованиям) и упаковку и хранение готового продукта» [17].

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень сборочных работ узловой и общей сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308

| Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов | Время на выполнение операции, мин. |
|--|------------------------------------|
| Операция сборки червячного колеса с валом | |
| Взять вал | 0,2 |
| Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии вала заданным стандартам | 1 |
| Взять червячное колесо | 0,2 |
| Осмотреть червячное колесо на наличие трещин или повреждений, | 1 |

Продолжение таблицы 6

| Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов | Время на выполнение операции, мин. |
|--|------------------------------------|
| коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии червячного колеса заданным стандартам | |
| Установить червячное колесо на вал и правильно зафиксировать его. Важно убедиться, что червячное колесо находится на валу в правильном положении и выравнено для обеспечения правильного функционирования | 3 |
| Взять распорную шайбу | 0,2 |
| Осмотреть распорную шайбу на наличие трещин или повреждений | 0,5 |
| Операция сборки червяка | |
| Взять червяк | 0,2 |
| Осмотреть червяк на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии червяка заданным стандартам | 1 |
| Зафиксировать червяк в тисках | 0,4 |
| Взять установочную оправку | 0,2 |
| Установить подшипник на червяк используя установочную оправку. Проверить что подшипник установлен правильно и не имеет люфта | 2 |
| Операция общей сборки | |
| Взять картер редуктора лебедки | 0,5 |
| Осмотреть картер редуктора лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии картера редуктора лебедки заданным стандартам | 1 |
| Установить картер редуктора лебедки червячное колесо с валом в сборе и червяк в сборе | 3 |
| Взять тавотницу | 0,1 |
| Осмотреть тавотницу на наличие трещин или повреждений | 0,5 |
| Закрепить тавотницу на картере редуктора лебедки | 1 |
| Взять тормоз лебедки в сборе | 0,5 |
| Осмотреть тормоз лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии тормоза лебедки заданным стандартам | 1 |
| Установить тормоз лебедки в сборе на картер редуктора лебедки | 2 |
| Взять крышку | 0,1 |
| Осмотреть крышку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам | 1 |
| Взять сальник | 0,1 |
| Осмотреть сальник на наличие трещин или повреждений | 0,8 |
| Запрессовать сальник на вал | 0,9 |
| Взять кулачковую муфту | 0,3 |
| Осмотреть кулачковую муфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кулачковой муфты | 1 |

Продолжение таблицы 6

| Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов | Время на выполнение операции, мин. |
|--|------------------------------------|
| заданным стандартам | |
| Взять вилку в сборе | 0,2 |
| Осмотреть вилку в сборе на наличие трещин или повреждений | 1 |
| Установить вилку в сборе | 2 |
| Взять барабан лебедки | 0,5 |
| Осмотреть барабан лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии барабана лебеки заданным стандартам | 1 |
| Взять тавотницу | 0,1 |
| Осмотреть тавотницу на наличие трещин или повреждений | 0,5 |
| Закрепить тавотницу на барабане тормоза редуктора | 2 |
| Взять угольник задней подвески, траверсу | 0,5 |
| Осмотреть угольник задней подвески, траверсу на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии угольника задней подвески, траверсы заданным стандартам | 1 |
| Взять болт (4 шт.), шайбу (4 шт.), гайку (4 шт.) | 0,3 |
| Установить траверсу на угольнике задней подвески при помощи болта, шайбы, гайки | 1,5 |
| Взять стремянку | 0,2 |
| Осмотреть стремянку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии стремянки заданным стандартам | 1 |
| Взять гайку (4 шт.), шайбу (4 шт.) | 0,3 |
| Зафиксировать стремянку используя гайку и шайбу | 1,5 |
| Взять заливную пробку | 0,2 |
| Осмотреть заливную пробку на наличие трещин или повреждений | 1 |
| Установить заливную пробку в картере редуктора лебедки | 1,2 |
| Произвести заливку масла | 5 |
| Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку | 10 |
| Выполнить обкатку редуктора | 30 |
| Итого: | 82,7 |

«Определим общее оперативное время на все виды работ:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n} . \quad (62)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{шт}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (63)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается равным 5%» [23].

$$t_{шт}^{общ} = 82,7 + 82,7 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 89,32 \text{ мин.}$$

4.2 Разработка технологического процесса сборки

Составим порядок выполнения технологических операций, укажем используемые приспособления и занесем время, требуемое для выполнения каждой операции, в таблицу 7.

Таблица 7 – Технологический процесс сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. |
|----------------|-----------|---------|--|---|--------------------------------|
| 005 | Сборочная | 1 | Взять вал | Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2" DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, набор шестигранных ключей, штангенциркуль | 6,1 |
| | | 2 | Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии вала заданным стандартам | | |

Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. | | | | |
|----------------|-------------------------------|---------|---|--|--------------------------------|--|--------------|---|-----|
| | | 3 | Взять червячное колесо | | | | | | |
| | | 4 | Осмотреть червячное колесо на наличие трещин или повреждений коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии червячного колеса заданным стандартам | | | | | | |
| | | 5 | Установить червячное колесо на вал и правильно зафиксировать его. Важно убедиться, что червячное колесо находится на валу в правильном положении и выравнено для обеспечения правильного функционирования | | | | | | |
| | | 6 | Взять распорную шайбу | | | | | | |
| | | 7 | Осмотреть распорную шайбу на наличие трещин или повреждений | | | | | | |
| | | 010 | Сборочная | | | 1 | Взять червяк | – | 3,8 |
| | | 2 | | | | Осмотреть червяк на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии червяка заданным стандартам | | | |
| 3 | Зафиксировать червяк в тисках | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. |
|----------------|-----------|---------|--|--|--------------------------------|
| | | 4 | Взять установочную оправку | | |
| | | 5 | Установить подшипник на червяк используя установочную оправку. Проверить что подшипник установлен правильно и не имеет люфта | | |
| 015 | Сборочная | 1 | Взять картер редуктора лебедки | – | 34,8 |
| | | 2 | Осмотреть картер редуктора лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии картера редуктора лебедки заданным стандартам | | |
| | | | Установить картер редуктора лебедки червячное колесо с валом в сборе и червяк в сборе | | |
| | | 4 | Взять тавотницу | | |
| | | 5 | Осмотреть тавотницу на наличие трещин или повреждений | | |
| | | 6 | Закрепить тавотницу на картере редуктора лебедки | | |
| | | 7 | Взять тормоз лебедки в сборе | | |
| | | 8 | Осмотреть тормоз лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, | | |

Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. |
|----------------|----------|---------|---|--|--------------------------------|
| | | | соответствие размеров и геометрии тормоза лебедки = заданным стандартам | | |
| | | 9 | Установить тормоз лебедки в сборе на картер редуктора лебедки | | |
| | | 10 | Взять крышку | | |
| | | 11 | Осмотреть крышку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам | | |
| | | 12 | Взять сальник | | |
| | | 13 | Осмотреть сальник на наличие трещин или повреждений | | |
| | | 14 | Запрессовать сальник на вал | | |
| | | 15 | Взять кулачковую муфту | | |
| | | 16 | Осмотреть кулачковую муфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кулачковой муфты заданным стандартам | | |
| | | 17 | Взять вилку в сборе | | |
| | | 18 | Осмотреть вилку в сборе на наличие трещин или повреждений | | |
| | | 19 | Установить вилку в сборе | | |
| | | 20 | Взять барабан лебедки | | |
| | | 21 | Осмотреть барабан лебедки на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления | | |

Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. |
|----------------|----------|---------|--|--|--------------------------------|
| | | | компонентов, соответствие размеров и геометрии барабана лебедки заданным стандартам | | |
| | | 22 | Взять тавотницу | | |
| | | 23 | Осмотреть тавотницу на наличие трещин или повреждений | | |
| | | 24 | Закрепить тавотницу на барабане тормоза редуктора | | |
| | | 25 | Взять угольник задней подвески, траверсу | | |
| | | 26 | Осмотреть угольник задней подвески, траверсу на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии угольника задней подвески, траверсы заданным стандартам | | |
| | | 27 | Взять болт (4 шт.), шайбу (4 шт.), гайку (4 шт.) | | |
| | | 28 | Установить траверсу на угольнике задней подвески при помощи болта, шайбы, гайки | | |
| | | 29 | Взять стремянку | | |
| | | 30 | Осмотреть стремянку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии стремянки заданным стандартам | | |
| | | 31 | Взять гайку (4 шт.), шайбу (4 шт.) | | |
| | | 32 | Зафиксировать стремянку используя гайку и шайбу | | |

Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Операция | Позиция | Подробное описание содержания операции | Оборудование, инструмент, приспособление | Суммарное время операций, мин. |
|----------------|----------------|---------|---|--|--------------------------------|
| | | 33 | Взять заливную пробку | | |
| | | 34 | Осмотреть заливную пробку на наличие трещин или повреждений | | |
| | | 35 | Установить заливную пробку в картере редуктора лебедки | | |
| | | 36 | Произвести заливку масла | | |
| 020 | Регулировочная | 1 | Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку | Стенд для обкатки редукторов | 40 |
| | | 2 | Выполнить обкатку редуктора | | |

Технологическая схема сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу. Исходя из рассмотрения раздела по обоснованию выбора технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308, можно сделать вывод о том, что выбор данного процесса обоснован и обусловлен необходимостью обеспечения безопасной и эффективной работы автомобиля при погрузке и разгрузке грузов.

Технологический процесс сборки лебедки для данного автомобиля был выбран исходя из его технических характеристик и особенностей, а также требований к безопасности и производительности работы. При этом были учтены особенности конструкции автомобиля, его грузоподъемность, а также условия эксплуатации.

Таким образом, выбор технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 является обоснованным и позволит обеспечить эффективную и безопасную работу автомобиля при выполнении грузоперевозок.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

Производственная и экологическая безопасность играют ключевую роль при разработке и реализации любого дипломного проекта.

Ниже перечислены основные меры, которые могут быть применены для обеспечения безопасности производства и окружающей среды в рамках дипломного проекта:

- использование безопасного оборудования и технологий: необходимо убедиться, что все используемые в проекте материалы, оборудование и технологии соответствуют безопасным стандартам и требованиям;
- обучение персонала: все участники проекта должны быть обучены правилам безопасного труда и экологической ответственности;
- соблюдение законов и нормативов: необходимо следить за тем, чтобы все действия в рамках проекта соответствовали законодательству в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- выбор экологически безопасных материалов: при проектировании и изготовлении продукции необходимо отдавать предпочтение материалам, которые меньше вредят окружающей среде;
- ответственная утилизация отходов: необходимо правильно управлять отходами, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

В настоящее время проявляется все больший интерес к человеческим ресурсам, и условия работы на производстве стали более благоприятными и обеспечивают высокие стандарты по охране труда. В перспективе благополучие работников становится источником стабильности, процветания и повышения производительности.

Согласно статистике, затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте в различных странах колеблются от 2,6% до 3,8% от валового национального продукта.

Затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте могут включать в себя следующие расходы:

- медицинские расходы на лечение работников, пострадавших в результате несчастного случая на рабочем месте;
- компенсации и выплаты пострадавшим работникам, включая возмещение утраты заработка и компенсацию за временную нетрудоспособность;
- затраты на профилактику и обучение работников по предотвращению несчастных случаев и профессиональных рисков.
- юридические расходы на расследование и урегулирование случаев несчастных случаев на рабочем месте;
- расходы на страхование ответственности работодателя за несчастные случаи на рабочем месте.

Эффективное управление профессиональными рисками и безопасностью на рабочем месте может помочь снизить затраты на несчастные случаи и повысить производительность и уровень удовлетворенности работников.

5.1 Описание технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308

Для изучения технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308, включая его конструктивные особенности и организационно-технические аспекты, требуется подготовить технологический паспорт (таблица 8).

Технологический паспорт обязателен для многих видов продукции, особенно технически сложных или подлежащих обязательному сертификационному контролю. Он помогает упростить процесс технического управления и обеспечить безопасное использование и обслуживание продукции.

Таблица 8 – Технологический паспорт технологического процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко»

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Должность сотрудника | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|-------------------------|--|---|---|---|
| Сборка лебедки | 1. Подготовка рамы автомобиля. 2. Установка лебедки. 3. Подключение лебедки. 4. Проверка работоспособности После установки лебедки | Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда | Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец | Солидол «с», графитная смазка, перчатки |

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важно проводить анализ идентификации профессиональных рисков для обеспечения безопасности и здоровья работников.

Для этого необходимо провести следующие шаги:

- «идентификация опасностей: определение всех потенциальных и реальных опасностей, которые могут быть причиной профессиональных рисков» [24]. Это может включать физические, химические, биологические, психологические и эргономические опасности;

- оценка риска: определение вероятности возникновения негативных событий, связанных с опасностями, и их потенциальных последствий на здоровье и безопасность работников;
- управление рисками: разработка и внедрение мер по уменьшению и контролю рисков, включая обучение сотрудников, использование персональных защитных средств, технические улучшения, проведение аудитов и так далее;
- мониторинг и анализ: регулярное проведение анализа профессиональных рисков, оценка эффективности принятых мер по управлению рисками и корректировка стратегии при необходимости.

Идентификация профессиональных рисков позволит организации эффективно управлять ими, минимизировать потенциальные угрозы для здоровья и безопасности работников и обеспечить бесперебойное функционирование

Таблица 9 содержит результаты идентификации профессиональных рисков сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко».

Таблица 9 – Результаты идентификации профессиональных рисков

| Операция | ОиВПФ | Источник возникновения ОиВПФ |
|---|---|---|
| 1. Подготовка рамы автомобиля. 2. Установка лебедки. 3. Подключение лебедки. 4. Проверка работоспособности после установки лебедки | «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля | Элементы конструкции рабочего оборудования |
| | Запыленность и загазованность воздуха | Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [7] |
| | «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования | Электроинструмент |

Продолжение таблицы 9

| Операция | ОиВПФ | Источник возникновения ОиВПФ |
|--|--|---|
| | Возможность поражения электрическим током | «Электроинструмент» [7] |
| | «Отсутствие или недостаток естественного света | Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [16]. |
| | «Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой | Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7]. |
| | «Напряжение зрительных анализаторов | |
| Монотонность труда, вызывающая монотонию» [7]. | | |

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Факторы, противодействующие производственному риску и повышающие безопасность труда:

- совершенная организация охраны труда;
- высокий профессиональный уровень персонала предприятия, соответствие профессиональных качеств выполняемым трудовым обязанностям;
- высокая дисциплинированность, ответственность, соответствие личностных, психофизиологических, идеологических качеств характеру выполняемых работ;
- соответствие условий труда нормативным требованиям;

- соответствие технических средств (машины, механизмы, оборудование, оснастка, инструмент и другое), инженерных сооружений и СИЗ требованиям безопасности.

Для более глубокого понимания рабочих процессов и принятия обоснованных решений необходимо проводить обучение персонала. Правильное планирование рабочих задач способствует снижению рисков и уменьшает вероятность возникновения проблем в рабочей сфере.

Использование защитной экипировки и оборудования, особенно в определенных профессиях, является обязательным для снижения рисков. Например, использование шлемов и защитных очков на строительных площадках.

Регулярные проверки оборудования и проведение технического обслуживания помогают выявить и устранить потенциальные проблемы до их возникновения.

Для решения выявленных проблем следует использовать методы и средства, соответствующие нормативным требованиям, а также принимать меры, направленные на снижение профессиональных рисков, как указано в соответствующей таблице 10.

Таблица 10 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|--|---|
| «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования» | Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20]. |
| «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях рабочего оборудования» | Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20]. |

Продолжение таблицы 10

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> – «обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015» [20]. | |
| Повышенный уровень шума | <ul style="list-style-type: none"> – проведение аудиометрического исследования сотрудников, работающих в условиях повышенного шума, для раннего выявления проблем со слухом; – обучение сотрудников правильным методам защиты от шума, включая использование наушников или берушей. – регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы предотвратить его излишний шум; – организация периодических перерывов для отдыха от шумного окружения и возможность работать в тишине; – проведение обучающих программ по управлению стрессом и релаксации для сотрудников, работающих в условиях повышенного шума; – внедрение технологий снижения шума на производстве, таких как звукопоглощающие материалы или звукопоглощающие экраны. | «Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [20]. |
| «Возможность поражения электрическим током | <ul style="list-style-type: none"> – обучение сотрудников правилам безопасности при работе с электричеством. Включает в себя обучение о том, как правильно обращаться с электрическими приборами, как избегать контакта с | Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [15]. |

Продолжение таблицы 10

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| | <p>обнаженными проводами и как правильно использовать средства защиты;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение регулярных инструктажей и тренировок по безопасной работе с электричеством. Это поможет сотрудникам освежить знания и навыки, а также позволит им узнать о последних изменениях в правилах безопасности; – установка специального оборудования и средств защиты на рабочих местах. Это могут быть изоляционные материалы, предохранители, заземляющие устройства и другие средства, которые помогут предотвратить поражение электрическим током; – проведение регулярной проверки электрооборудования и проводов на предмет повреждений и износа. Это позволит выявить потенциально опасные ситуации и предотвратить аварии; – организация системы контроля за соблюдением правил безопасности при работе с электричеством. Это может включать в себя проведение аудитов, проверок и инспекций, а также наказание за нарушения правил; – проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников, работающих с электричеством. Это позволит выявить возможные заболевания или состояния, которые могут увеличить риск поражения электрическим током; – создание системы экстренной помощи и обучение | |

Продолжение таблицы 10

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|--------------------------------|
| | <p>сотрудников оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Это поможет быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать возможные последствия.</p> | |
| <p>Отсутствие или недостаток естественного света</p> | <ul style="list-style-type: none"> – организация рабочих мест таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение. Размещение рабочих столов и рабочих зон у окон или вблизи них; – установка специальных светопрозрачных перегородок или стен, которые позволяют естественному свету проникать внутрь помещения. | <p>–</p> |
| <p>«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой</p> | <p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7]. | <p>–</p> |
| <p>Монотонность труда</p> | <ul style="list-style-type: none"> – обучение и развитие сотрудников: организация тренингов, семинаров, курсов повышения квалификации помогут работникам развивать свои навыки и умения, что сделает их работу более интересной и | <p>–</p> |

Продолжение таблицы 10

| Профессиональный риск | Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков | Средства индивидуальной защиты |
|-----------------------|---|--------------------------------|
| | <p>разнообразной;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ротация рабочих мест: периодическое изменение рабочих обязанностей и рабочих мест поможет работникам избежать монотонности и рутины, а также приобрести новый опыт и знания. – внедрение новых технологий и методов работы: использование современных технологий и инструментов поможет сотрудникам выполнять свою работу более эффективно и интересно; – организация командных проектов и задач: работа в команде над общим проектом или задачей способствует разнообразию и дает возможность общения и взаимодействия с коллегами; – проведение корпоративных мероприятий и мероприятий по «team building»: организация различных мероприятий, таких как выездные тренинги, корпоративные вечеринки, спортивные соревнования и так далее, поможет работникам расслабиться, отдохнуть и наладить отношения с коллегами; – поддержка и стимулирование саморазвития: компания может предоставлять сотрудникам доступ к литературе, курсам и тренингам по саморазвитию и личностному росту, что поможет им расширить свои горизонты и избежать монотонности в работе. | |

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – документ, в котором излагаются все аспекты процедур предотвращения пожара, процедур эвакуации и политики

реагирования на пожар. Он включает планы действий в чрезвычайных ситуациях и процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации, которые необходимо соблюдать в случае пожара.

План пожарной безопасности содержит рекомендации, позволяющие всем на рабочем месте знать, что делать, чтобы свести к минимуму ущерб, причиненный пожаром. Это важный документ, необходимый для любого здания, содержащий важную информацию о том, как бороться с пожаром.

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 11).

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|----------|---|--------------|---|---|
| «Зона ТО | Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТО | В | Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения | Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [7]. |

«В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения, защиты органов дыхания;

– ручной, механизированный инструмент» [16].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий для соблюдения требований пожарной безопасности является необходимой процедурой, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества в случае возникновения пожара. В таких планах должны быть определены конкретные шаги и процедуры, которые необходимо выполнить в случае пожара, а также ответственные лица и их обязанности.

Планы действий должны включать такие меры, как эвакуация людей, использование пожаротушения, вызов пожарной службы, обучение персонала и проведение учебных тренировок. Кроме того, важно регулярно проверять и обновлять планы действий, чтобы они были актуальными и эффективными.

«Соблюдение требований пожарной безопасности и разработка соответствующих планов действий помогут предотвратить возникновение

пожаров, а в случае их возникновения минимизировать ущерб и обеспечить безопасность всех присутствующих» [15].

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности заносим мероприятия по пожарной безопасности в таблицу 12.

Таблица 12 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке ебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|---|---|
| «Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности | Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15] |
| «Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007 | Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [20] |
| «Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования | Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [15] |
| «Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ | Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15]. |
| «Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения | Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей |
| Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения | Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [16] |
| «Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ | Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах |
| Размещение информационного стенда по пожарной безопасности | Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [7] |

Все работодатели также должны:

- «контролировать накопление легковоспламеняющихся и горючих отходов, чтобы они не способствовали возникновению пожарной

ситуации, и включать санитарные процедуры в план противопожарной защиты» [20];

- информировать сотрудников об опасностях материалов и процессов, которым они подвергаются;
- пересмотреть с каждым новым сотрудником те части плана противопожарной защиты, которые сотрудник должен знать, чтобы защититься в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- регулярно и надлежащим образом обслуживать оборудование или системы, установленные на тепловыделяющем оборудовании, чтобы предотвратить случайное возгорание горючих материалов.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса

Экологическая безопасность, часто используемая как синоним защиты окружающей среды, относится к практике защиты мира природы и ее ресурсов от вреда, деградации или загрязнения. Она охватывает различные аспекты человеческой деятельности, влияющие на окружающую среду, и направлена на смягчение этих последствий для благополучия нынешнего и будущих поколений.

Необходимость экологической безопасности невозможно переоценить, так как она имеет решающее значение для сохранения экосистем, здоровья живых организмов и устойчивости планеты. Более того, она играет ключевую роль в обеспечении доступности природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Внедрение устойчивых практик предполагает сокращение отходов, сохранение ресурсов и минимизацию углеродного следа. Предприятия и частные лица могут применять устойчивые методы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду.

Поддержание чистоты воздуха имеет важное значение для экологической безопасности. Усилия по контролю загрязнения воздуха включают стандарты выбросов, продвижение чистых источников энергии и сокращение промышленных выбросов.

Вода – ограниченный ресурс, и ее сохранение имеет решающее значение для экологической безопасности. Внедрение методов водосбережения дома, в сельском хозяйстве и промышленности может помочь сохранить этот драгоценный ресурс.

Сокращение отходов и переработка материалов являются эффективными способами повышения экологической безопасности. Эти методы уменьшают нагрузку на свалки и уменьшают потребность в сырье.

Биоразнообразие имеет важное значение для сбалансированной экосистемы. Усилия по сохранению включают защиту исчезающих видов, сохранение естественной среды обитания и содействие устойчивому землепользованию.

Повышение энергоэффективности имеет жизненно важное значение для сокращения выбросов парниковых газов. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий – шаги к экологической безопасности.

Транспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Варианты экологически чистого транспорта, такие как электромобили и общественный транспорт, могут снизить воздействие транспорта на окружающую среду.

Многие предприятия сейчас переходят на корпоративную социальную ответственность, осознавая свою ответственность перед окружающей средой, тем самым сокращая выбросы и продвигая устойчивые методы работы.

Частные лица могут внести свой вклад в экологическую безопасность. Простые действия, такие как сокращение потребления воды и энергии, поддержка экологически чистых продуктов и участие в общественных мероприятиях по уборке, – все это способствует более чистой планете.

Будущее экологической безопасности – за инновациями и коллективными усилиями. Достижения в области технологий и растущее осознание экологических проблем обещают сделать мир более зеленым и безопасным.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые могут возникнуть при сборке лебедки, и сведем их в таблицу 13.

Таблица 13 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

| Технологический процесс | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|---|--|------------|---|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| «Сборка лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 | Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей. | Масло | Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11]. |

Выводы по разделу.

Из рассмотрения раздела по производственной и экологической безопасности процесса сборки лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 можно сделать вывод, что производитель уделяет достаточное внимание обеспечению безопасности работников на производстве и соблюдению экологических стандартов. В процессе сборки лебедки используются современные технологии и материалы, которые обеспечивают надежность и долговечность изделия. Также предпринимаются меры по минимизации воздействия производственного процесса на окружающую среду.

6 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта определяется его способностью приносить прибыль или экономический эффект в течение определенного периода времени. Для оценки экономической эффективности проекта используются различные методы, такие как чистая приведенная стоимость (NPV), внутренняя норма доходности (IRR), индекс доходности и др.

Для того чтобы проект был экономически эффективным, его доходы должны превышать расходы на реализацию и эксплуатацию проекта. Также важно учитывать факторы риска, инфляции, изменения валютного курса и другие факторы, которые могут повлиять на экономическую эффективность проекта. Экономическая эффективность проекта является ключевым критерием при принятии решения о его реализации. Поэтому важно провести тщательный анализ всех финансовых показателей и учесть все возможные риски и неопределенности.

«Для определения финансовых затрат на разработку тяговой лебёдки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (64)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [32].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C_k, \quad (65)$$

где Q_k – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

C_k – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [12].

В таблице 14 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 14 – Стоимость изготовления корпусных деталей

| Деталь | Марка металла | Масса материала заготовок, кг | Масса деталей, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Корпус тяговой лебедки | Алюминий | 10 | 9 | 135 | 1350 |
| Итого: | – | – | – | – | 1350 |

$$C_{к.д} = 135 \cdot 10 = 1350 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (66)$$

где $C_{п.р.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [12].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (67)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей: червяк – 1 шт., червячное колесо – 1 шт., трудоёмкость на

изготовление деталей: червяк – 0,7 чел.-ч., червячное колесо – 1,1 чел.-ч.

C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду;

k_i – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [12].

$$t = 1 \cdot t_{\text{червяк}} + 1 \cdot t_{\text{червячное колесо}}$$

$$t = 1 \cdot 0,7 + 1 \cdot 1,1 = 1,8 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р. Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$ р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 1,8 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 273,63 \text{ р.}$$

«Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100 \text{» [17],} \quad (68)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 273,63 / 100 = 27,36 \text{ р.}$$

«Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100 \text{» [17].} \quad (69)$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (273,63 + 27,36) / 100 = 90,3 \text{ р.,}$$

$$C_{\text{ΣПР}} = 273,63 + 27,3 + 90,3 = 391,29 \text{ р.}$$

В таблице 15 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 15 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Заработная плата | 273,63 |
| Дополнительная заработная плата | 23,36 |
| Начисления на заработную плату | 90,3 |
| Итого: | 391,29 |

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (70)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [12].

В таблице 16 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 16 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

| Наименование детали | Материал | Количество, шт. | Общая масса материала, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|---------------------|--------------|-----------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Червяк | Сталь 30ХГС | 1 | 2,5 | 110 | 275 |
| Червячное колесо | Бр ОЦС 5-5-5 | 1 | 4 | 410 | 1640 |
| Итого: | – | – | – | – | 1915 |

$$C_M = 2,5 \cdot 110 + 4 \cdot 410 = 1915 \text{ р.}$$

$$C_{O.D} = 273,63 + 1915 = 2188,63 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{CB.П} = C_{CB} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (71)$$

где C_{CB} – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{Д.СБ}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ.СБ}$ – страховые взносы в фонды, р» [32].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_c, \quad (72)$$

где T_{CB} – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

$$T_{CB} = k_c \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (73)$$

где t_{CB} – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 4 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 4 = 5 \text{ чел.-ч.}$$

$$C_{CB} = 5 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 760,08 \text{ р.,}$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 760,08 = 76 \text{ р.,}$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (760,08 + 76) = 250,82 \text{ р.}$$

$$C_{CB.П} = 760,08 + 76 + 250,82 = 1086,9 \text{ р.}$$

В таблице 17 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 17 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Основная заработная плата | 760,08 |
| Дополнительная заработная плата | 76 |
| Страховые взносы в фонды | 250,82 |
| Итого | 1086,9 |

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OP})}{100}, \quad (74)$$

где C_{PP}' – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OP} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (75)$$

Подставив числовые значения в формулу 69 получим:

$$C_{PP}' = 391,29 + 760,08 = 1151,37 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(1151,37 \cdot 15)}{100} = 172,7 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: вилка включения барабана лебедки с рукояткой, колодка тормоза барабана – 1 шт., трос – 1 шт., коуш – 1 шт., крюк лебедки – 1 шт., прокладки крышки картера – 5 шт., подшипник – 3 шт., метизы – 48 шт» [14].

Перечень покупных деталей представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на материалы на разработку

| Значение | Количество, шт. | Цена, руб. | Сумма, руб. |
|--|-----------------|------------|-------------|
| Вилка включения барабана лебедки с рукояткой | 1 | 1800 | 1800 |
| Колодка тормоза барабана | 1 | 1300 | 1300 |
| Трос | 1 | 1100 | 1100 |
| Коуш | 1 | 550 | 550 |
| Крюк лебедки | 1 | 800 | 800 |
| Прокладка крышки картера | 4 | 86 | 344 |
| Подшипник | 3 | 360 | 1080 |
| Метизы | 48 | 5 | 240 |
| Итого: | | | 7214 |

$$C_{ИД} = 1800 + 1300 + 1100 + 550 + 800 + 344 + 1080 + 240 = 7214 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 19.

$$C_{КОН} = 1350 + 2188,63 + 1086,9 + 172,7 + 7214 = 12012,23 \text{ р.}$$

Таблица 19 – Затраты на изготовление конструкции

| Значение | Сумма, руб. |
|--|----------------|
| «Стоимость изготовления корпусных деталей | 1350 |
| Затраты на изготовление оригинальных деталей | 2188,63 |
| Затраты на сборку | 1086,9 |
| Общепроизводственные накладные расходы | 172,7 |
| Стоимость покупных изделий (деталей) | 7214 |
| Итого: | 12012,23» [19] |

«Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки. Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$Э_{Г} = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (76)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р.» [25].

$$\mathcal{E}_Г = 90000 - 12012,23 = 77987,77 \text{ р.}$$

«Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{OK} = \frac{C_{KOH}}{\mathcal{E}_Г} \text{ » [25],} \quad (77)$$

$$O_{OK} = \frac{12012,23}{77987,77} = 0,15 \text{ года.}$$

«Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{KOH} \text{ » [25],} \quad (78)$$

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = 77987,77 - 0,15 \cdot 12012,23 = 76185,93 \text{ р.}$$

В таблице 20 представлены основные показатели проекта.

Таблица 20 – Основные показатели проекта

| Показатели | Единица измерения | Значение | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|
| | | До внедрения | После внедрения |
| Стоимость изготовления конструкции | р. | 90000 | 12012,23 |
| Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции | р. | – | 77987,77 |
| Экономический эффект | р. | – | 76185,93 |
| Срок окупаемости | год | – | 0,15 |

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки тяговой лебёдки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 с экономической стороны. Стоимость разработки тяговой лебёдки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 составляет 12012,23 р., срок окупаемости равен 0,15 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

Дипломный проект посвящен разработке конструкции лебедки для грузового автомобиля ГАЗ-3308 «Садко».

Для успешной разработки конструкции лебедки в рамках дипломного проектирования были выполнены следующие работы:

- рассмотрены модификации автомобильных лебедок для автомобиля ГАЗ-3308 и других грузовых автомобилей;
- определены исходные данные для расчета автомобиля. Также проведен тягово-динамический расчет автомобиля и построены графики внешне-скоростной характеристики, динамического фактора, топливной экономичности;
- выполнены конструкторские расчеты лебедки, в результате которого было предложено уменьшение металлоемкости червячной передачи и сокращен расход цветного металла (бронзы) на червячное колесо. Предложена замена чугунного картера лебедки на алюминиевый;
- разработан технологический процесс сборки лебедки для данного автомобиля исходя из его технических характеристик и особенностей, а также требований к безопасности и производительности работы. При этом были учтены особенности конструкции автомобиля, а также условия эксплуатации;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

Внедрение предложенной конструкции лебедки является экономически целесообразным решением и позволит компании ГАЗ сэкономить значительные средства на производстве. Важно также отметить, что улучшение процесса производства и снижение трудозатрат могут повысить эффективность работы сотрудников и улучшить качество выпускаемой продукции.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово:КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. – 344 с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

9 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

10 Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.

11 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

12 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

13 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ; Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская

государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

14 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

15 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

16 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

18 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий

государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

19 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

20 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

21 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

22 Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чашин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования

"Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

23 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

24 Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : Учеб. пособие / В. И. Сметанин. - Москва : КолосС, 2003. - 230 с.

25 Ступина Т. В. English for transport engineers = Английский язык для студентов автотранспортных специальностей : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", "Наземные транспортно-технологические средства" / Т. В. Ступина, Г. В. Гришина. - Красноярск : СФУ, 2019. - 191 с.

26 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

27 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

28 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

29 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

30 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

31 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

32 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

33 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификация

| Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|--------------------------|-------|----------|------------------------------|--|------------------|-----------------|
| | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | |
| A1 | | | 24.ДП.01.205.6100.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| A4 | | | 24.ДП.01.205.6100.000.ПЗ | Сборочный чертеж | 3 | |
| <i>Сборочные единицы</i> | | | | | | |
| 1 | | | 24.ДП.01.205.6101.000 | Картер редуктора лебедки | 1 | |
| 2 | | | 24.ДП.01.205.6102.000 | Колесо червячное редуктора лебедки | 1 | |
| 3 | | | 24.ДП.01.205.6103.000 | Крышка картера редуктора лебедки | 1 | |
| 4 | | | 24.ДП.01.205.6104.000 | Барабан лебедки | 1 | |
| 5 | | | 24.ДП.01.205.6105.000 | Картер тормоза редуктора лебедки | 1 | |
| 6 | | | 24.ДП.01.205.6106.000 | Лента тормоза редуктора лебедки | 1 | |
| 7 | | | 24.ДП.01.205.6107.000 | Крышка картера тормоза | 1 | |
| 8 | | | 24.ДП.01.205.6108.000 | Угольник передний с усилителем | 1 | |
| 9 | | | 24.ДП.01.205.6109.000 | Траверса | 1 | |
| 10 | | | 24.ДП.01.205.6110.000 | Манжета вала лебедки | 1 | |
| 11 | | | 24.ДП.01.205.6111.000 | Вилка включения барабана лебедки с рукояткой | 1 | |
| 12 | | | 24.ДП.01.205.6112.000 | Колодка тормоза барабана лебедки | 1 | |
| 13 | | | 24.ДП.01.205.6113.000 | Трос, коуш и крюк лебедки | 1 | |
| <i>Детали</i> | | | | | | |
| 14 | | | 24.ДП.01.205.6100.014 | Гайка М10х1 | 2 | |
| | | | 24.ДП.01.205.6100.000 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разраб. | Проб. | Н.контр. | Утв. | Угарилова Л.А. | Угарилова Л.А. | Байровский А.В. |
| | | | | | Лит. | Лист |
| | | | | | ТГУ, АТс-1901б | 7 |
| | | | | | Листов | 4 |
| <i>Копировал</i> | | | | | <i>Формат А4</i> | |

Рисунок А.1 – Спецификация на тяговую лебёдку в сборе

Продолжение Приложения А

| Формат | Этап | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|--------|------|-----------------------------|------------------------|--|--------|------------|------|
| | | 15 | 24.ДП.01.205.61.00.015 | Болт М8×52 | 2 | | |
| | | 16 | 24.ДП.01.205.61.00.016 | Шайба 9 | 1 | | |
| | | 17 | 24.ДП.01.205.61.00.017 | Пробка КГ 1/2" | 1 | | |
| | | 18 | 24.ДП.01.205.61.00.018 | Пружина | 3 | | |
| | | 19 | 24.ДП.01.205.61.00.019 | Вал лебедки | 1 | | |
| | | 20 | 24.ДП.01.205.61.00.020 | Шпонка вала лебедки | 2 | | |
| | | 21 | 24.ДП.01.205.61.00.021 | Прокладка крышки | 5 | | |
| | | 22 | 24.ДП.01.205.61.00.022 | Кольцо регулировочное | 1 | | |
| | | 23 | 24.ДП.01.205.61.00.023 | Прокладка заглушки крышки картера редуктора лебедки | 1 | | |
| | | 24 | 24.ДП.01.205.61.00.024 | Червяк редуктора лебедки | 1 | | |
| | | 25 | 24.ДП.01.205.61.00.025 | Крышка подшипников червяка редуктора лебедки передняя | 1 | | |
| | | 26 | 24.ДП.01.205.61.00.026 | Прокладка крышки подшипников | 3 | | |
| | | 27 | 24.ДП.01.205.61.00.027 | Прокладка | 4 | | |
| | | 28 | 24.ДП.01.205.61.00.028 | Прокладка | 6 | | |
| | | 29 | 24.ДП.01.205.61.00.029 | Прокладка крышки подшипников | 1 | | |
| | | 30 | 24.ДП.01.205.61.00.030 | Прокладка картера тормоза | 3 | | |
| | | 31 | 24.ДП.01.205.61.00.031 | Прокладка | 6 | | |
| | | 32 | 24.ДП.01.205.61.00.032 | Прокладка | 4 | | |
| | | 33 | 24.ДП.01.205.61.00.033 | Прокладка картера тормоза | 1 | | |
| | | 34 | 24.ДП.01.205.61.00.034 | Кольцо упорное | 1 | | |
| | | 35 | 24.ДП.01.205.61.00.035 | Шайба распорная большая | 1 | | |
| | | 36 | 24.ДП.01.205.61.00.036 | Шайба распорная малая | | | |
| | | 37 | 24.ДП.01.205.61.00.037 | Барабан тормоза редуктора лебедки | 1 | | |
| | | 38 | 24.ДП.01.205.61.00.038 | Угольник задний подвески лебедки | 1 | | |
| | | 39 | 24.ДП.01.205.61.00.039 | Муфта скользящая включения барабана лебедки | 1 | | |
| | | 40 | 24.ДП.01.205.61.00.040 | Упор фиксатора вилки включения барабана лебедки | 1 | | |
| Изм. № | Лист | Еремич К.В. Угарова Л.А. | | 24.ДП.01.205.61.00.000 | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 2 | | |
| | | | | Копировал | Формат | А4 | |

Рисунок А.2 – Спецификация на тяговую лебёдку в сборе

